

Universidade de Lisboa  
Instituto de Geografia e Ordenamento do Território



**Potencial Geopatrimonial e Geoturístico de Nascentes Cársicas do  
Maciço Calcário Estremenho**

**Inês Sofia de Almeida Azevedo**

Dissertação orientada  
pelo Prof. Doutor José Luís Zêzere e Prof. Doutor Carlos Silva Neto

Mestrado em Geografia Física e Ordenamento do Território

2019

Universidade de Lisboa  
Instituto de Geografia e Ordenamento do Território



**Potencial Geopatrimonial e Geoturístico de Nascentes Cársicas do  
Maciço Calcário Estremenho**

**Inês Sofia de Almeida Azevedo**

Dissertação orientada  
pelo Prof. Doutor José Luís Zêzere e Prof. Doutor Carlos Silva Neto

Júri:

Presidente: Professora Doutora Susana da Silva Pereira do Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa;

Vogais:

- Professor Doutor Sérgio Manuel Cruz de Oliveira do Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa
- Professor Doutor Carlos Silva Neto do Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa

2019



*“A geografia é o assunto que detém a chave do nosso futuro.”*

Michael Palin





## AGRADECIMENTOS

Este espaço é dedicado àqueles que deram a sua contribuição para que esta dissertação fosse realizada. A todos eles deixo aqui o meu agradecimento sincero.

Em primeiro lugar agradeço aos meus pais por todo o apoio prestado durante a realização deste trabalho e disponibilidade durante as campanhas de campo. Sem eles não teria sido possível a concretização de mais uma importante etapa académica. Foram o meu pilar nestes 5 anos e sempre me inculiram que desistir nunca é a solução.

Em segundo lugar, agradeço ao Prof. Doutor José Luís Zêzere e ao Prof. Doutor Carlos Neto a forma como orientaram o meu trabalho, sempre prontos em ajudar-me e a sua disponibilidade em terem-me aceitado como sua discente.

Deixo também uma palavra de agradecimento à Prof.<sup>a</sup> Doutora Maria Luísa Rodrigues por me ter transmitido o interesse por estas matérias e pela sugestão do tema.



# Índice Geral

Índice de Figuras .....	i
Índice de Tabelas.....	v
Resumo.....	vii
Abstract.....	ix
Introdução.....	1
Capítulo 1 – Conceitos.....	3
1.1. Geodiversidade .....	3
1.2. Geopatrimónio .....	7
1.3. Património hidrogeológico e património hidrológico.....	8
1.4. Geoconservação .....	9
1.5. Geoturismo.....	11
2.1. Recolha de informação bibliográfica e cartográfica.....	13
2.2. Inventariação das nascentes cársicas .....	13
2.2.1. Seleção das nascentes .....	13
2.2.2. Ficha-inventário.....	14
2.2.3. Trabalho de campo.....	19
2.3. Avaliação do valor geopatrimonial potencial e do interesse geoturístico das nascentes cársicas.....	20
2.4. Análise de Componentes Principais.....	27
Capítulo 3 – Caracterização física do Maciço Calcário Estremenho.....	29
3.1. Contexto geográfico.....	29
3.2. Características geológicas.....	30
3.3. Características geomorfológicas.....	33
3.4. Características hidrogeológicas .....	35
Capítulo 4 – Inventariação e avaliação das nascentes cársicas.....	39
4.1. Poço Escuro.....	40
4.2. Olhos de Água do Alviela .....	44
4.3. Gruta do Alviela .....	48
4.4. Olho de Mari’Paula.....	51
4.5. Olho do Moinho da Fonte.....	56
4.7. Bocas de Rio Maior.....	68
4.9. Pego.....	77

4.10. Grotas .....	82
4.11. Fonte da Capela .....	87
4.12. Olho da Mãe d'Água .....	90
4.13. Olho de Água de Chiqueda1 .....	94
4.14. Olho de Água de Chiqueda2 .....	97
4.15. Olhos Fróis .....	100
4.16. Poço Suão.....	102
Capítulo 5 – Avaliação do potencial geopatrimonial e do interesse geoturístico das nascentes cársicas .....	105
5.1. Análise da matriz de avaliação do potencial geopatrimonial e geoturístico das nascentes .....	105
5.2. Aplicação da Análise de Componentes Principais (PCA).....	110
Conclusões e considerações finais .....	115
Bibliografia .....	119
ANEXOS .....	131

## Índice de Figuras

FIGURA 2.1 – EXEMPLO DE INTERPRETAÇÃO GEOMÉTRICA DA PCA. FONTE: CAPELO (2003).....	28
FIGURA 3.1 – LOCALIZAÇÃO E VARIAÇÃO DA ALTITUDE NO MACIÇO CALCÁRIO ESTREMENHO.....	29
FIGURA 3.2 – ENQUADRAMENTO DO MCE NO SETOR CENTRAL DA BACIA LUSITÂNICA. FONTE: CARVALHO <i>ET AL.</i> (2011) .....	30
FIGURA 3.3 – MAPA GEOLÓGICO DO MCE ADAPTADO DA CARTA GEOLÓGICA NA ESCALA DE 1:1000000 DO LNEG.....	31
FIGURA 3.4 – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS REFERENTES AO JURÁSSICO INFERIOR E MÉDIO DO MCE. FONTE: AZERÊDO (2007) .....	32
FIGURA 3.5 – UNIDADES MORFOLÓGICAS E PRINCIPAIS ACIDENTES TECTÓNICOS DO MCE. PA – PLATAFORMA DE ALJUBARROTA; SC – SERRA DOS CANDEEIRO; DME – DEPRESSÃO DE MENDIGA; PSA – PLANALTO DE STO. ANTÓNIO; DMI – DEPRESSÃO DE MINDE; PF – PLATAFORMA DE FÁTIMA; PSM – PLANALTO DE S. MAMEDE; SA – SERRA DE AIRE. FRM-PM-B – FALHA DE RIO MAIOR-PORTO DE MÓS-BATALHA; FM – FALHA DE MENDIGA; CA – COSTA DE ALVADOS; CM – COSTA DE MINDE; FRF – FALHA DO REGUENGO DO FETAL; BT – BACIA DO TEJO.....	35
FIGURA 4.1 – LOCALIZAÇÃO DAS EXSURGÊNCIAS EM ESTUDO (CARTA GEOLÓGICA NA ESCALA DE 1:1000000 DO LNEG). PAU – OLHO DE MARI'PAULA; GROT – GROTA; FRO – OLHOS FRÓIS; POÇO – POÇO SUÃO; ALC – OLHO DE ÁGUA DE ALCOBERTAS; BOC – BOÇAS DE RIO MAIOR; GALV – GRUTA DO ALVIELA; OALV – OLHOS DE ÁGUA DO ALVIELA; PES – POÇO ESCURO; OFON – OLHO DO MOINHO DA FONTE; CIM – OLHO DE ÁGUA DA RIBEIRA DE CIMA; CHIQ1 – OLHO DE ÁGUA DE CHIQUEDA1; CHIQ2 – OLHO DE ÁGUA DE CHIQUEDA2; CAP – FONTE DA CAPELA; PEGO – PEGO; AGUA – OLHO DA MÃE D'ÁGUA.....	39
FIGURA 4.2 – LOCALIZAÇÃO DA EXSURGÊNCIA DO POÇO ESCURO. FONTE: GOOGLE EARTH.....	40
FIGURA 4.3 – A) EM ATIVIDADE ( <a href="http://www.turismo.mediatejo.pt">HTTP://WWW.TURISMO.MEDIATEJO.PT</a> ) [ACEDIDO EM JUNHO DE 2019]. B) INATIVA. C) “NÍVEL” QUE EVITA QUE AS ÁGUAS DA RIBEIRA DOS AMIAIS SE MISTUREM COM AS DO ALVIELA .....	41
FIGURA 4.4 – PAINEL INFORMATIVO DO PERCURSO PEDESTRE DE PEQUENA ROTA (PR1) DOS OLHOS DE ÁGUA DO ALVIELA.....	42
FIGURA 4.5 – CANHÃO FLUVIO-CÁRSICO DA RIBEIRA DOS AMIAIS .....	42
FIGURA 4.6 – A) RESSURGÊNCIA. B) PERDA. C) JANELA CÁRSICA.....	43
FIGURA 4.7 – CARSOSCÓPIO (CENTRO DE CIÊNCIA VIVA DO ALVIELA). FONTE: <a href="https://alviela.cienciaviva.pt">HTTPS://ALVIELA.CIENCIAVIVA.PT</a> [ACEDIDO EM JUNHO DE 2019] .....	44
FIGURA 4.8 – OLHOS DE ÁGUA DO ALVIELA.....	45
FIGURA 4.9 – LOCALIZAÇÃO DA NASCENTE DOS OLHOS DE ÁGUA DO ALVIELA. FONTE: GOOGLE EARTH.....	45
FIGURA 4.10 – VISTA DO CANHÃO FLUVIO-CÁRSICO DA RIBEIRA DOS AMIAIS .....	46
FIGURA 4.11 – EXPLORAÇÃO SUBAQUÁTICA NOS OLHOS DE ÁGUA DO ALVIELA. FONTE: <a href="https://www.spe.pt">HTTPS://WWW.SPE.PT</a> [ACEDIDO EM JUNHO DE 2019].....	47
FIGURA 4.12 – PRAIA FLUVIAL DO ALVIELA .....	47

FIGURA 4.13 – GRUTA DO ALVIELA .....	48
FIGURA 4.14 – LOCALIZAÇÃO DA EXSURGÊNCIA DA GRUTA DO ALVIELA. FONTE: GOOGLE EARTH.....	49
FIGURA 4.15 – GRUTA DO ALVIELA EM ATIVIDADE. FONTE:HTTP://WWW.FLICKR.COM [ACEDIDO EM JUNHO DE 2019] .....	50
FIGURA 4.16 – EXPLORAÇÃO SUBAQUÁTICA NA GRUTA DO ALVIELA. FONTE: HTTPS://WWW.SPE.PT [ACEDIDO EM JUNHO DE 2019] .....	50
FIGURA 4.17 – EXSURGÊNCIA DO OLHO DE MARI'PAULA.....	51
FIGURA 4.18 – LOCALIZAÇÃO DA EXSURGÊNCIA DO OLHO DE MARI'PAULA. FONTE: GOOGLEEARTH.....	52
FIGURA 4.19 – OLHO DE MARI'PAULA EM ATIVIDADE. FONTE: HTTP://WWW.MEDIOTEJO.NET [ACEDIDO EM JUNHO DE 2019] .....	52
FIGURA 4.20 – PLACA INDICATIVA DO GEOSSÍTIO INSERIDO NO PERCURSO PEDESTRE DE PEQUENA ROTA (PR11) “ROTA DE SANTA MARTA” .....	53
FIGURA 4.21 – A) REPOSIÇÃO DA MORFOLOGIA ORIGINAL. B) ÁREA ENVOLVENTE À NASCENTE RECUPERADA. C) ASPETO DA NASCENTE ANTES DA SUA INTERVENÇÃO .....	54
FIGURA 4.22 – VISTA DO ARRIFE E DA NASCENTE .....	55
FIGURA 4.23 – VISTA DO ARRIFE E DA ESCARPA DE FALHA (COSTA DE MINDE) .....	55
FIGURA 4.24 – VEGETAÇÃO MEDITERRÂNEA NA ÁREA ENVOLVENTE DA NASCENTE...56	
FIGURA 4.25 – OLHO DO MOINHO DA FONTE .....	57
FIGURA 4.26 – LOCALIZAÇÃO DA NASCENTE DO OLHO DO MOINHO DA FONTE. FONTE: GOOGLE EARTH.....	57
FIGURA 4.27 – REPRESA QUE SERVE PARA ABASTECER A FÁBRICA DA RENOVA .....	58
FIGURA 4. 28– FÁBRICA DA RENOVA.....	59
FIGURA 4.29 – VISTA DO ARRIFE DO ALMONDA .....	60
FIGURA 4.30 – VISTA PANORÂMICA DO ARRIFE COM A FÁBRICA DA RENOVA.....	60
FIGURA 4.31 – A) CHOUPOS ( <i>POPULUS</i> SPP.). B) AVENCA ( <i>ADIANTUM CAPILLUS-</i> <i>VENERIS</i> ). C) AGRIÃO SELVAGEM ( <i>RORIPP ANASTURTUM-AQUATICUM</i> ).....	61
FIGURA 4.32 – PRESENÇA DE MOLUSCOS GASTRÓPODES .....	61
FIGURA 4.33 – CENTRO DE INTERPRETAÇÃO SUBTERRÂNEA DA GRUTA DO ALMONDA. FONTE: ICNF .....	62
FIGURA 4.34 – EXPLORAÇÃO SUBAQUÁTICA À GRUTA DO ALMONDA. FONTE: HTTPS://TURISMO.MEDIOTEJO.PT [ACEDIDO EM JUNHO DE 2019].....	63
FIGURA 4.35 – EXSURGÊNCIA DO OLHO DE ÁGUA DE ALCOBERTAS.....	64
FIGURA 4.36 – LOCALIZAÇÃO DA EXSURGÊNCIA DO OLHO DE ÁGUA DE ALCOBERTAS. FONTE: GOOGLE EARTH .....	64
FIGURA 4.37 – A) ANTES DA REQUALIFICAÇÃO. B) APÓS A REQUALIFICAÇÃO .....	65
FIGURA 4.38 – LEVADAS .....	66
FIGURA 4.39 – AQUEDUTO .....	66
FIGURA 4.40 – DEMOLHA DE TREMOÇOS.....	66
FIGURA 4.41 – VISTA PANORÂMICA DA SERRA DO CANDEEIRO.....	67
FIGURA 4.42 – A) AGRIÃO SELVAGEM ( <i>RORIPPA NASTURTUM-AQUATICUM</i> ). B) COGUMELOS. C) CHOUPOS ( <i>POPULUS</i> SPP.). D) MOLUSCOS GASTRÓPODES .....	67
FIGURA 4.43 – LOCALIZAÇÃO DAS BOCAS DE RIO MAIOR. FONTE: GOOGLEEARTH.....	69
FIGURA 4.44 – A), B), C) D) E E) EXSURGÊNCIAS DO RIO MAIOR .....	69
FIGURA 4.45 – A) E B) BURACO DA MOURA. FONTE: HTTP://RIO-MAIOR- CIDADANIA.BLOGSPOT.COM [ACEDIDO EM NOVEMBRO DE 2018].....	70
FIGURA 4.46 – ABRIGO GRANDE DAS BOCAS. FONTE: HTTP://RIO-MAIOR- CIDADANIA.BLOGSPOT.COM [ACEDIDO EM NOVEMBRO DE 2018].....	71

FIGURA 4.47 – VESTÍGIOS DE VASO CERÂMICO ENCONTRADO NO ABRIGO GRANDE DAS BOCAS. FONTE: <a href="https://www.researchgate.net">HTTPS://WWW.RESEARCHGATE.NET</a> [ACEDIDO EM NOVEMBRO DE 2018].....	71
FIGURA 4.48 – A) E B) GRUTAS DA SENHORA DA LUZ. FONTE: <a href="http://rio-maior-cidadania.blogspot.com">HTTP://RIO-MAIOR-CIDADANIA.BLOGSPOT.COM</a> .....	72
FIGURA 4.49 – VESTÍGIO ARQUEOLÓGICO ENCONTRADO NAS GRUTAS DA SENHORA DA LUZ. FONTE: <a href="http://rio-maior-cidadania.blogspot.com">HTTP://RIO-MAIOR-CIDADANIA.BLOGSPOT.COM</a> .....	72
FIGURA 4.50 – MOSAICOS DESCOBERTOS NA VILLA ROMANA. FONTE: <a href="http://www.turismoriomaior.pt">HTTP://WWW.TURISMORIOMAIOR.PT</a> .....	72
FIGURA 4. 51– VISTA DO CURSO DO RIO MAIOR .....	73
FIGURA 4.52 – OLHO DE ÁGUA DA RIBEIRA DE CIMA .....	74
FIGURA 4.53 – LOCALIZAÇÃO DA NASCENTE DO OLHO DE ÁGUA DA RIBEIRA DE CIMA. FONTE: <i>GOOGLE EARTH</i> .....	74
FIGURA 4. 54– DESCARACTERIZAÇÃO DA NASCENTE .....	75
FIGURA 4.55 – ANTIGA PISCINA FLUVIAL .....	76
FIGURA 4.56 – A) AVENCA ( <i>ADIANTUM CAPILLUS-VENERIS</i> ). B) CHOUPOS ( <i>POPULUS SPP.</i> ).....	76
FIGURA 4.57 – MOLUSCOS GASTRÓPODES .....	77
FIGURA 4.58 – LOCALIZAÇÃO DA EXSURGÊNCIA DO PEGO. FONTE: <i>GOOGLE EARTH</i> ..	78
FIGURA 4.59 – EXSURGÊNCIA DO PEGO.....	78
FIGURA 4.60 – MURO CONSTRUÍDO SOB A NASCENTE .....	79
FIGURA 4.61 – ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	80
FIGURA 4.62 – PISCINA FLUVIAL.....	80
FIGURA 4.63 – VISTA DA PLATAFORMA DE FÁTIMA E DA FALHA DO REGUENGO DO FETAL .....	80
FIGURA 4.64 – A) VIME ( <i>SALIX VIMINALIS L.</i> ). B) AGRIÃO SELVAGEM ( <i>RORIPA ANASTURTIIUM-AQUATICUM</i> ). C) SALGUEIRO ( <i>SALIX SPP.</i> ) .....	81
FIGURA 4.65 – A) CÁGADOS. B) PEIXES. C) MOLUSCOS GASTRÓPODES.....	81
FIGURA 4.66 – GROTA. FONTE: <a href="https://www.lisotel.com">HTTPS://WWW.LISOTEL.COM</a> [ACEDIDO EM JUNHO DE 2019] .....	82
FIGURA 4.67 – LOCALIZAÇÃO DA EXSURGÊNCIA DA GROTA. FONTE: <i>GOOGLE EARTH</i>	83
FIGURA 4.68 – A) E B) ANTES DA INTERVENÇÃO. FONTE: <a href="https://btcarreirinhos.blogspot.com">HTTPS://BTTCARREIRINHOS.BLOGSPOT.COM</a> [ACEDIDO EM NOVEMBRO DE 2018]; <a href="http://nascentedoriolis.blogspot.com/">HTTP://NASCENTEDORIOLIS.BLOGSPOT.COM/</a> [ACEDIDO EM NOVEMBRO DE 2018]. C) E D) APÓS A INTERVENÇÃO .....	84
FIGURA 4.69 – PRESENÇA DE LEVADAS .....	85
FIGURA 4.70 – VISTA PANORÂMICA DO PLANALTO DE S. MAMEDE .....	85
FIGURA 4.71 – VISTA DO CURSO DO RIO LIS. FONTE: <a href="http://coresdeleiria.blogspot.com">HTTP://CORESDELEIRIA.BLOGSPOT.COM</a> [ACEDIDO EM NOVEMBRO DE 2018] .....	86
FIGURA 4.72 – PRESENÇA DE FIGUEIRAS .....	86
FIGURA 4.73 – PRESENÇA DE ADERNO ( <i>RHAMNUS ALATERNUS</i> ), SILVA ( <i>RUBUS ULMIFOLIUS</i> ), GILBARDEIRA ( <i>RUSCUS ACULEATUS</i> ).....	86
FIGURA 4.74 – LOCALIZAÇÃO DA EXSURGÊNCIA DA FONTE DA CAPELA. FONTE: <i>GOOGLE EARTH</i> .....	87
FIGURA 4.75 – FONTE DA CAPELA.....	88
FIGURA 4.76 – VISTA DO PLANALTO DE S. MAMEDE.....	89
FIGURA 4.77 – A) PATOS. B) VERIFICA-SE A PRESENÇA DE PEIXES, OS QUAIS, EM GERAL APRESENTAM GRANDE IMPORTÂNCIA PARA A PROTEÇÃO E CONSERVAÇÃO. C) MOLUSCOS GASTRÓPODES TAMBÉM IMPORTANTES DO PONTO DE VISTA DA CONSERVAÇÃO .....	89
FIGURA 4.78 – SALGUEIROS ( <i>SALIX SPP.</i> ).....	90



FIGURA 4.79 – OLHO DA MÃE D'ÁGUA.....	91
FIGURA 4.80 – LOCALIZAÇÃO DA EXSURGÊNCIA DO OLHO DA MÃE D'ÁGUA. FONTE: GOOGLE EARTH.....	91
FIGURA 4.81 – INTERVENÇÃO INADEQUADA.....	92
FIGURA 4.82 – AZENHAS.....	93
FIGURA 4.83 – A) PRESENÇA DE MOLUSCOS GASTRÓPODES. B) AVENCA ( <i>ADIANTUM CAPILLUS-VENERIS</i> ).....	93
FIGURA 4.84 – LOCALIZAÇÃO DA NASCENTE DO OLHO DE ÁGUA DE CHIQUEDA1. FONTE: GOOGLE EARTH.....	94
FIGURA 4.85 – A) E B) EXSURGÊNCIAS.....	95
FIGURA 4.86 – INTERVENÇÃO QUE A NASCENTE SOFREU.....	95
FIGURA 4.87 – PRESENÇA DE AVENCA ( <i>ADIANTUM CAPILLUS-VENERIS</i> ) E DIVERSAS ESPÉCIES DE BRIÓFITOS.....	96
FIGURA 4.88 – LOCALIZAÇÃO DA NASCENTE DO OLHO DE ÁGUA DE CHIQUEDA2. FONTE: GOOGLE EARTH.....	97
FIGURA 4.89 – ASPETO DA NASCENTE.....	98
FIGURA 4.90 – FÁBRICAS PARA MOAGEM DE FARINHA ABANDONADAS.....	99
FIGURA 4.91 – PRESENÇA DE ESPARDANA ( <i>TYPHA DOMINGENSIS</i> ), CANIÇOS ( <i>PHRAGMITE SAUSTRALIS</i> ), SALGUEIROS ( <i>SALIX SPP.</i> ) E CHOUPOS ( <i>POPULUS SPP.</i> ).....	99
FIGURA 4.92 – LOCALIZAÇÃO DA NASCENTE DOS OLHOS FRÓIS. FONTE: GOOGLE EARTH.....	100
FIGURA 4.93 – OLHOS FRÓIS EM ATIVIDADE FONTE: HTTP://PORCAMINHOSDECISTER.BLOGSPOT.COM [ACEDIDO EM NOVEMBRO DE 2018].....	101
FIGURA 4.94 – ASPETO DOS OLHOS FRÓIS.....	101
FIGURA 4.95 – POÇO SUÃO.....	102
FIGURA 4.96 – LOCALIZAÇÃO DO POÇO SUÃO. FONTE: GOOGLE EARTH.....	103
FIGURA 4.97 – A) PILRITEIRO ( <i>CRATAEGU SMOGYNNA</i> ) E HERA ( <i>HEDERA HIBERNICA</i> ). B) CARRASCO ( <i>QUERCUS COCCIFERA</i> ).....	104
FIGURA 4.98 – PRÁTICA DE ESPELEOMERGULHO. FONTE: HTTP://ESPELEONEALC.BLOGSPOT.COM [ACEDIDO EM NOVEMBRO DE 2018].....	104
FIGURA 5. 1 – ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS. PAU – OLHO DE MARI'PAULA; GROT – GROTA; FRO – OLHOS FRÓIS; POÇO – POÇO SUÃO; ALC – OLHO DE ÁGUA DE ALCOBERTAS; BOC – BOCAS DE RIO MAIOR; GALV – GRUTA DO ALVIELA; OALV – OLHOS DE ÁGUA DO ALVIELA; PES – POÇO ESCURO; OFON – OLHO DO MOINHO DA FONTE; CIM – OLHO DE ÁGUA DA RIBEIRA DE CIMA; CHIQ1 – OLHO DE ÁGUA DE CHIQUEDA1; CHIQ2 – OLHO DE ÁGUA DE CHIQUEDA2; CAP – FONTE DA CAPELA; PEGO – PEGO; AGUA – OLHO DA MÃE D'ÁGUA. AR – ABUNDÂNCIA/RARIDADE; I – INTEGRIDADE; R – REPRESENTATIVIDADE; K – EXISTÊNCIA DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO ASSOCIADO; HC – HISTÓRICO-CULTURAL; ESTET – ESTÉTICO; ECOL – ECOLÓGICO; AC – CONDIÇÕES DE ACESSIBILIDADE; V – CONDIÇÕES DE VISIBILIDADE; UG – USO ATUAL DO INTERESSE HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO; P – PROTEÇÃO OFICIAL E LIMITAÇÕES AO USO; E – EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS DE APOIO AO USO; DT – DETERIORAÇÃO; VU – VULNERABILIDADE. GRUPO 1 – AZUL ESCURO; GRUPO 2 – VERMELHO; GRUPO 3 – AZUL CLARO.....	112

## Índice de Tabelas

TABELA 2.1 – EXSURGÊNCIAS SELECIONADAS.....	14
TABELA 2.2 – INDICAÇÕES DE CADA CAMPO A PREENCHER NA FICHA-INVENTÁRIO.....	19
TABELA 2.3 – CRITÉRIOS DE VALORIZAÇÃO CIENTÍFICA E SCORES CORRESPONDENTES .....	22
TABELA 2.4 – CRITÉRIOS COM OS VALORES ADICIONAIS E SCORES CORRESPONDENTES .....	23
TABELA 2.5 – CRITÉRIOS COM OS PARÂMETROS DO VALOR DE USO E SCORES CORRESPONDENTES .....	25
TABELA 2.6 – CRITÉRIOS COM OS PARÂMETROS DO VALOR DE PRESERVAÇÃO E SCORES CORRESPONDENTES .....	26
TABELA 2.7 – CÁLCULO DO VALOR HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO, DO VALOR DE GESTÃO E VALOR DO LOCAL DE INTERESSE HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO .....	26
TABELA 5.1 – MATRIZ DE AVALIAÇÃO DO POTENCIAL GEOPATRIMONIAL E GEOTURÍSTICO DAS NASCENTES CÁRSICAS. AR – ABUNDÂNCIA/RARIDADE; I – INTEGRIDADE; R – REPRESENTATIVIDADE; K – EXISTÊNCIA DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO ASSOCIADO; VCI – VALOR CIENTÍFICO; HC – HISTÓRICO-CULTURAL; ESTET – ESTÉTICO; ECOL – ECOLÓGICO; VAD – VALOR ADICIONAL; VHIDCARS – VALOR HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO; AC – CONDIÇÕES DE ACESSIBILIDADE; V – CONDIÇÕES DE VISIBILIDADE; UG – USO ATUAL DO INTERESSE HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO; P – PROTEÇÃO OFICIAL E LIMITAÇÕES AO USO; E – EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS DE APOIO AO USO; VUS – VALOR DE USO; DT – DETERIORAÇÃO; VU – VULNERABILIDADE; VPR – VALOR DE PRESERVAÇÃO; VGT – VALOR DE GESTÃO; VT – VALOR TOTAL .....	106



## Resumo

Enquanto a geoconservação e o geoturismo têm assumido um papel fundamental na conservação e na valorização do património geológico e geomorfológico, o mesmo não se verifica com o património hidrogeológico. Deste modo, é essencial que seja efetuada uma avaliação aos geossítios com interesse hidrogeológico, por forma a serem aplicadas estratégias para a sua conservação e promoção.

Com o intuito de contribuir para o conhecimento do património hidrogeológico em Portugal, procedeu-se à inventariação das principais nascentes cársicas do Maciço Calcário Estremenho (MCE) e à avaliação do seu potencial geopatrimonial e geoturístico. Numa primeira etapa, foi definido um critério de seleção que resultou na identificação de 16 nascentes cársicas. A sua classificação relativa aos tipos de valores patrimoniais associados foi realizada através do preenchimento de fichas-inventário, aplicadas no terreno para as exurgências dos rios Alviela, Almonda, Lis, Lena, Maior, ribeira de Alcobertas e ribeiro do Carvalho. Para avaliar o potencial geopatrimonial e geoturístico das nascentes cársicas foram utilizados parâmetros de avaliação do seu valor científico (raridade, representatividade, integridade, existência de conhecimento científico associado), bem como de valores adicionais (histórico-cultural, estético, ecológico), valores de uso (acessibilidade, visibilidade, uso, proteção oficial, equipamentos e serviços de apoio) e valores de preservação (deterioração, vulnerabilidade), classificados numa escala numérica de 0 a 1, da qual resultou uma seriação dos valores totais e a produção de um *ranking* final. De seguida, aplicou-se a técnica de Análise de Componentes Principais (PCA) por forma a identificar grupos/padrões de geossítios com interesse para o geoturismo e geoconservação. Por último, pretendeu-se compreender as ameaças atuais e potenciais às nascentes, os projetos de requalificação, as necessidades de proteção e as potencialidades de uso.

Os resultados obtidos permitem separar os 16 geossítios em 3 grandes grupos, tendo sido verificado que os geossítios que são divulgados e que estão inseridos em projetos de conservação são os que apresentam maior valor

geopatrimonial e geoturístico. Os geossítios mais desconhecidos da população e que se encontram mais degradados e sem qualquer tipo de promoção registaram os valores mais baixos, sendo fundamental que sejam aplicadas para estes locais medidas de conservação e de valorização.

**Palavras-chave:** Geopatrimónio, património hidrogeológico, geoturismo, nascentes cársticas, Maciço Calcário Estremenho

## Abstract

While geoconservation and geotourism have been playing a fundamental role in the conservation and promotion of geological and geomorphological heritage, the same did not occur concerning the hydrogeological heritage. Thus, there is a need to evaluate hydrogeological geosites and to define strategies to ensure their conservation.

In order to contribute to the knowledge of hydrogeological heritage in Portugal, we proceeded to the inventorying and evaluation of the main karst springs located in the Estremenho Limestone Massif (MCE) in order to assess its geopatrimonial and geoturistic potential. First, a selection criterion was defined, which allow for the identification of 16 karst springs. Its classification was carried out through the filling of an inventory-sheet in the field of the karst springs of the Alviela, Almonda, Lis, Lena, Maior, Alcobertas and Carvalho rivers. The evaluation of the geopatrimonial and geoturistic potential of the karst springs was made considering its scientific value (rarity, representativeness, integrity, existence of scientific knowledge), as well as additional values (historical-cultural, aesthetic, ecological), values of use (accessibility, visibility, use, official protection, equipment and support services) and preservation values (deterioration, vulnerability) through a numerical scale from 0 to 1, which result in a seriation of the total values through a final ranking. In addition, a Principal Component Analysis (PCA) was applied to identify groups/patterns of geosites with interest for geotourism and geoconservation. Finally, we tried to understand the current and potential threats for each karst spring, as well as the requalification projects, the protection needs and the potentialities of use.

The obtained results allow us to separate the 16 geosites into 3 large groups. Those geosites that are more popular and that are inserted in conservation projects are those with the highest geopatrimonial and geoturistic value. On contrary, those most unknown geosites for the common people, which are the most degraded and without any promotion, registered the lowest values. It is essential that conservation and recovery measures be applied to these geosites.

**KEYWORDS:** Geoheritage, hydrogeological heritage, geotourism, karst springs, Estremadura Limestone Massif

## Introdução

Nos últimos anos tem-se assistido a um progressivo aumento na criação de projetos de conservação e valorização do património geomorfológico e geológico, principalmente em áreas protegidas e geoparques (Carvalho & Rodrigues, 2015; projeto “Gestão Ativa do Geopark de Arouca). No entanto, esta dinâmica não tem sido acompanhada, no que respeita ao património hidrogeológico. Apesar da referida valorização do património geomorfológico e geológico, verifica-se que muitos dos geossítios carecem de informação adequada sobre a sua relevância, sendo o seu valor desconhecido da população local e dos turistas. Neste contexto, é fundamental a sua avaliação com critérios científicos sólidos, por forma a valorizar e preservar os sítios.

Este trabalho pretende contribuir para o conhecimento do património hidrogeológico do Maciço Calcário Estremenho (MCE), o maior e mais importante conjunto calcário do país, onde se localizam algumas das exurgências mais importantes de Portugal, algumas delas essenciais para o abastecimento de água à população. As nascentes cársticas, para além do interesse económico e para a investigação científica, possuem elevado valor para o turismo de natureza e para o geoturismo, o que justifica este estudo.

Assim, o objetivo principal da presente dissertação é inventariar, classificar e avaliar as principais nascentes cársticas do MCE, determinando o seu potencial geopatrimonial e geoturístico, com recurso a procedimento estandardizado de recolha da informação e utilização de estatística multivariada. Para alcançar o objetivo central, estabelecem-se vários objetivos específicos:

- i) Definir um critério de seleção dos locais de interesse hidrogeológico;
- ii) Proceder a uma avaliação qualitativa, através da aplicação de uma ficha-inventário direcionada para o património hidrogeológico, considerando o valor do geossítio (valores científico, histórico-cultural, estético, ecológico e de uso);



- iii) Avaliar semi-quantitativamente o potencial geopatrimonial e geoturístico das nascentes cársicas estabelecendo um *ranking* de importância;
- iv) Identificar grupos/padrões de geossítios através da aplicação da técnica de Análise de Componentes Principais (PCA);
- v) Compreender as ameaças atuais e potenciais às nascentes, os projetos de requalificação, as necessidades de proteção e as potencialidades de uso.

De forma a cumprir os objetivos acima referidos, este estudo encontra-se subdividido em 5 capítulos.

No capítulo 1 expõem-se os conceitos teóricos para o enquadramento do trabalho, onde se faz uma conceptualização da geodiversidade, do geopatrimónio, do património hidrogeológico e hidrológico, da geoconservação e do geoturismo.

No capítulo 2 apresentam-se os métodos e técnicas utilizados para o desenvolvimento do trabalho e respetiva obtenção de resultados.

No capítulo 3 descreve-se o enquadramento da área de estudo dos pontos de vista geográfico, geológico, geomorfológico e hidrogeológico.

No capítulo 4 expõe-se a inventariação das nascentes cársicas estudadas.

No capítulo 5 procede-se à avaliação do potencial geopatrimonial e do interesse geoturístico das nascentes cársicas, incluindo a aplicação da Análise de Componentes Principais (PCA).

A dissertação termina com a apresentação das principais conclusões e considerações finais.

## Capítulo 1 – Conceitos

O entendimento do potencial geopatrimonial e geoturístico das Nascentes Cársicas do Maciço Calcário Estremenho implica, antes do mais, que sejam esclarecidos os principais conceitos mobilizados nesta dissertação. Esse é o objetivo deste capítulo, que desenvolve os conceitos de geodiversidade, geopatrimónio, património hidrogeológico e hidrológico, geoconservação e geoturismo.

### 1.1. Geodiversidade

O conceito de geodiversidade foi introduzido pela primeira vez na década de 90 na Tasmânia (Austrália), tendo sido adotado em 1996 como um princípio fundamental do *Australian Natural Heritage Charter* (Gray, 2008) e aplicado em estudos de conservação geológica e geomorfológica tanto por geólogos como por geógrafos (Thomas, 2012). Este conceito surge como contraponto ao termo biodiversidade, que corresponde à diversidade biológica do planeta e à necessidade da sua preservação (Serrano & Ruiz-Flaño, 2007).

A geodiversidade é definida por Sharples (1993) como a existência de diversidade de elementos e sistemas da Terra, sendo que o conceito tem sido utilizado em estudos de conservação geológica e geomorfológica. Uma definição mais lata é proposta por Sharples (1995) e Gray (2004), que incluem não só as características, sistemas e processos geológicos e geomorfológicos como também os pedológicos. Por sua vez, Sharples (2002) propõe uma definição na vertente geológica como sendo a “variedade de ambientes geológicos, fenómenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra”.

Kozlowski (2004) refere-se à geodiversidade como os aspetos e sistemas geológicos e geomorfológicos da Terra, criados tanto por processos naturais como pela atividade humana. Por outro lado, para Kozlowski e Migaszewski (2004) a geodiversidade consiste no conjunto de rochas, formas

de relevo, solos e processos e sistemas associados que detenham interesse para a sua conservação e gestão.

Rodrigues e Fonseca (2008) definem geodiversidade como um “conjunto de elementos naturais (geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrológicos, etc.) existentes num determinado espaço (...)”, ou seja, Património Natural Abiótico (conjunto de todos os valores patrimoniais não biológicos).

Por outro lado, Panizza (2007) enfatiza a relação estreita entre geodiversidade e biodiversidade, realçando que a variedade de ambientes geológicos é a base da diversidade biológica, ou seja, para a preservação da biodiversidade é necessária a conservação da diversidade abiótica (geodiversidade) (Rodrigues, 2009). Liccardo *et al.* (2008) referem que a geodiversidade resulta da lenta evolução da Terra, sendo que a diversidade geológica é uma das variáveis essenciais para a diversidade biológica, isto é, existe um paralelo entre a biodiversidade e a geodiversidade. Brilha (2005) refere igualmente que a geodiversidade contempla tanto os elementos bióticos como os elementos abióticos que possam ter interesse a nível local, nacional ou internacional.

Para atribuir relevância à geodiversidade são utilizados, por norma, os seguintes valores:

- Valor intrínseco ou valor científico (Panizza, 2001, 2009): o valor intrínseco é difícil de quantificar pois expressa a relação existente entre a Natureza e o Homem (Gray, 2004; Brilha, 2005) e permite conhecer e interpretar a evolução da Terra;
- Valor cultural: incluem-se os aspetos históricos e arqueológicos, espirituais e religiosos. Existe uma forte ligação entre o desenvolvimento social, cultural e/ou religioso e o meio físico circundante (Gray, 2004; Brilha, 2005);
- Valor estético: remete para a atração visual ou não visual que inclui o impacto psicológico nos seres humanos. É importante para as atividades geoturísticas (Pereira, 2006) e é um dos valores mais difíceis de avaliar pois é muito subjetivo, ou seja, todas as paisagens possuem um valor estético embutido, o qual varia consoante a perceção das pessoas;

- Valor funcional ou valor económico: prende-se com a utilização dos recursos minerais (e.g. combustíveis, materiais de construção) para fins económicos, para o geoturismo e atividades geoeducacionais (Reynard *et al.*, 2003; Pralong, 2003; Panizza e Piacente, 2008). Gray (2004) e Brilha (2005) entendem que o valor funcional é um valor de carácter utilitário para o Homem, tendo importância para a realização das atividades humanas no local de origem;
- Valor educacional e para a investigação: pretende compreender a origem da Terra, a evolução da paisagem e do clima e as reconstruções paleogeográficas (Panizza, 2001). O valor educativo tem interesse para a educação das ciências da Terra (Gray, 2004; Brilha, 2005);
- Valor ecológico: importante para manter os processos ecológicos naturais dos ecossistemas, existindo uma ligação intrínseca entre os sistemas físicos e os sistemas biológicos, isto é, como já foi referido, sem geodiversidade não há biodiversidade (Sharples, 1995).

Por sua vez, Reynard, Coratza e Regolini-Bissig (2009) apresentam uma outra sistematização dos valores:

- Valor científico: contempla os sítios com maior relevância para entender a forma do relevo, processos ou evolução. A representatividade, singularidade e evolução paleogeográfica são importantes para a quantificação deste valor;
- Valores adicionais: incluem o cultural, estético, ecológico e económico-social, sendo que o primeiro deve apresentar um importante significado arqueológico ou histórico, o segundo deve ter em conta o contraste de cor, estrutura do espaço ou a heterogeneidade do sítio (é mais difícil de avaliar devido à sua subjetividade), o terceiro remete para a presença de fauna e flora relevante no local e o último pretende determinar se o sítio tem potencial para o geoturismo.

A geodiversidade deve ser preservada através da sua inventariação e avaliação dos valores científico e adicionais e da avaliação da vulnerabilidade, ameaças e risco do sítio. As metodologias variam entre geólogos e geógrafos, podendo variar também consoante os objetivos a alcançar por cada autor. A

inventariação dos geossítios iniciou-se na Europa na década de 80 através da *The European Association for the Conservation of Geological Heritage* (ProGEO), onde foram identificadas várias etapas para a metodologia a aplicar na geoconservação. A recolha bibliográfica e cartográfica torna-se importante para determinar a localização dos geossítios e a sistematização da informação sobre cada área. O trabalho de campo é a fase seguinte, para identificar e caracterizar os geossítios ou para reconhecer outros novos potenciais. Para a avaliação qualitativa são aplicados os seguintes critérios: i) representatividade: demonstra a capacidade de determinado elemento ilustrar os processos geológicos ou características inerentes à sua evolução, dos pontos de vista científico, didático e pedagógico; ii) integridade: relaciona-se com o estado atual de conservação do geossítio, tendo em conta tanto os processos naturais como a ação antrópica; iii) raridade: indica a quantidade de geossítios presentes na área de estudo e que possuam uma estética e/ou originalidade especial; iv) conhecimento científico: relaciona-se com a existência de trabalhos já publicados sobre o geossítio. Deste modo, para a avaliação qualitativa dos mesmos torna-se essencial a aplicação de fichas-inventário, as quais podem variar consoante o tipo de património em estudo (Brilha, 2015). Poderão conter o nome do geossítio, as coordenadas, informação quanto à dimensão, categoria temática, valores científico, ecológico, cultural/histórico, estético, social/económico (Pereira *et al.*, 2007, Pralong, 2005), potencialidades de uso e necessidade de proteção (Pereira *et al.*, 2007, Rodrigues, 2009), síntese e referências (Reynard *et al.*, 2007). Por último, a avaliação semi-quantitativa serve para diminuir a subjetividade no processo de avaliação dando uma pontuação usualmente entre 0 e 1 (Pereira *et al.*, 2007; Pralong, 2005; Reynard *et al.*, 2007; Rodrigues, 2009).

## 1.2. Geopatrimónio

O conceito de geopatrimónio foi apresentado pela primeira vez em 1972 pela UNESCO, sendo o que mais discórdia desperta entre geógrafos e geólogos.

Sharples (1995) classifica como geopatrimónio os sítios que possuam evidência científica da evolução da Terra e, desse modo, que tenham interesse para a educação e investigação, cujas características geológicas tenham também importância para outros valores adicionais (e.g. estético, turístico). Por outro lado, Dixon (1996) define geopatrimónio como sendo as componentes naturais da geodiversidade com valor significativo para a investigação científica e educação, desenvolvimento cultural e perceção do lugar experienciado pela população. Sharples (2002) incorpora a questão da sustentabilidade no conceito de geopatrimónio, sendo que corresponde aos elementos e processos da geodiversidade que detêm um valor significativo para os humanos e que sejam protegidos e conservados para que não diminuam o seu valor intrínseco ou ecológico.

De acordo com a ProGEO (2011), o geopatrimónio integra uma parte do património natural global (rochas, minerais, fósseis, paisagens) que explicam a evolução da história da Terra. Mansur *et al.* (2015) definem o geopatrimónio como o património que está associado a uma herança comum e que tem importância para uma dada região, país ou para a humanidade. Por seu lado, Ortiz-Garcia *et al.* (2014) igualam o geopatrimónio ao património geológico, correspondendo a uma componente do património natural que inclui os recursos geológicos naturais (formações e estruturas geológicas, formas de relevo, minerais, rochas, fósseis e solos) que detenham valor científico, cultural e educacional. Rodrigues e Fonseca (2008) sugerem que o termo seja sinónimo de Património Natural Abiótico. Assim, será o “... conjunto de valores que representam a geodiversidade do território.” É constituído pelos elementos naturais abióticos existentes à superfície da Terra (emersos ou submersos) que devem ser preservados devido ao seu valor patrimonial, estando incluídos o património geomorfológico, hidrológico, pedológico e outros.

A diferença entre geossítios e geomorfossítios prende-se pelo primeiro abranger partes da geosfera que apresentam uma importância particular para a compreensão da história da Terra, tais como os elementos geológicos ou geomorfológicos que adquiram um valor científico, cultural/histórico, estético e/ou social/económico devido à percepção ou exploração humana (Reynard, 2004), enquanto o segundo corresponde às formas de relevo em que pode ser reconhecido um determinado valor e que podem ser utilizadas pela sociedade como um recurso geomorfológico (Panizza, 2001). Reynard *et al.* (2007) consideram que os geomorfossítios consistem em sítios com interesse para o património geomorfológico e que tenham um valor científico, estético, cultural/histórico e/ou social/económico, devido à percepção humana ou à exploração dos recursos (Panizza & Piacente, 1993, 2003; Quaranta, 1993). Já Rodrigues (2009) não distingue geossítios de geomorfossítios, uma vez que inclui no conceito de geossítio também os sítios geomorfológicos, para além dos sítios com interesse geopatrimonial (sítios litológicos, estruturais, paleontológicos, mineralógicos, hidrológicos, pedológicos) e que possuem um valor único do ponto de vista científico e outros valores adicionais. Brilha (2005) define geossítio como a “ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade (aflorantes quer por resultado da ação de processos naturais, quer devido à intervenção do Homem), bem delimitado geograficamente e que apresenta valor singular do ponto de vista científico, educativo, cultural, turístico ou outro”.

### 1.3. Património hidrogeológico e património hidrológico

Em relação ao património hidrogeológico, são escassos os estudos sobre este assunto, não existindo um consenso quanto ao conceito de património dos recursos hídricos e suas formas, desdobrando-se habitualmente em património hidrogeológico e património hidrológico.

Mijovic e Stojanovic (2007) estabelecem que o património hidro(geo)lógico abarca as águas superficiais e subterrâneas e respetivas formas de relevo fluviais, sendo importante a sua avaliação em termos da sua função, atração ou valor cultural. Estabelecem ainda o termo de sítios

hidro(geo)lógicos que representam os recursos hídricos e formas de relevo fluviais e de ambiente hidrogeológico e ocorrências raras na água (e.g. concentração de petróleo, sal, termomineral). Também Durán (1998) e Rodríguez-Estrella (2001) definem o património hidrogeológico como os lugares onde se situam as águas subterrâneas e que detêm uma singularidade única e valor científico, histórico, cultural, educativo ou paisagístico-recreativo.

Por sua vez, Simic (2011) e Simic e Belij (2008) consideram nos seus trabalhos que a água é a única componente que representa o património hidrológico, ou seja, a diversidade hidrológica de uma área, sendo a água o principal objeto de estudo através da sua valorização científica, educacional, sociocultural e estética, estabelecendo assim o conceito de património hidrológico. Testa *et al.* (2018) referem a importância que os recursos hidrológicos têm para que um sítio consiga fazer parte do geopatrimónio, uma vez que a água e os seus fenómenos constituem o património hidrológico. Também Simic *et al.* (2012) determinam que o património hidrológico é integrado pelos fenómenos representativos da água, sendo importante a sua identificação e avaliação. Consiste, ainda, numa manifestação da água na Terra ou numa parte específica, nos quais os seus valores ambientais, científico, educacional, sociocultural e estético diferenciam um determinado sítio dos demais e o tornam único (Simic *et al.*, 2012).

Por sua vez, Rodrigues *et al.* (2011), Ilic (2006) e Cendrero (1996) incluem os sítios hidrogeológicos no património geológico. Durán (2006) inclui no património hidrogeológico não só as águas subterrâneas e nascentes, como também as intervenções antrópicas (captações e canais, minas, represas) para a obtenção da água.

#### 1.4. Geoconservação

O conceito de geoconservação foi aplicado pela primeira vez na Tasmânia (Austrália) e incidiu sobretudo no património geológico e no valor das características mais importantes para a investigação científica e educação, não tendo incluído a problemática da gestão do território e sustentabilidade



ecológica (Sharples, 2002). Para Sharples (2002) e Dixon (1996), a geoconservação deve preservar a geodiversidade (características e processos geológicos, geomorfológicos, pedológicos) com o intuito de manter a história da Terra. Por sua vez, Gray (2004) chama a atenção para as preocupações existentes na geoconservação no século XIX no Reino Unido, mas estas só foram formalizadas a partir de 1977, através da *Geoconservation Review*, para que fosse avaliado somente o património geológico.

Do ponto de vista de geólogo, Brilha (2005) refere que a geoconservação consiste na gestão do património geológico e dos processos naturais associados, enquanto Sharples (1995) define geoconservação como a “conservação da geodiversidade pelos seus valores intrínseco, ecológico e (geo)patrimonial”. São vários os autores que concordam que a geoconservação abrange as diversas atividades, técnicas e medidas que visam a conservação (inclui a reabilitação) do património geológico, baseada na análise dos seus valores intrínsecos, vulnerabilidade e risco de degradação (Worton, 2008; Carcavilla *et al.*, 2007; Mansur *et al.*, 2013). Burek e Prosser (2008) e Prosser (2013) incluem, para além das características e processos geológicos, também as características e os processos geomorfológicos e pedológicos a conservar, através de atividades que promovam a conservação dos sítios.

Ponciano *et al.* (2011) e Brilha (2015) referem que este conceito se baseia num modelo de gestão do meio natural que privilegia áreas onde existem elementos da geodiversidade *in situ* ou *ex situ* com valores científico, pedagógico ou turístico, em que essa gestão seja concebida através dos seguintes meios: inventário, quantificação do valor, identificação da vulnerabilidade, proteção legal, divulgação, conservação e monitorização dos sítios (Brilha, 2005, 2015; Carcavilla *et al.*, 2007). Contudo há que ter em conta que as estratégias de geoconservação devem ser aplicadas de acordo com cada característica da geodiversidade (Henriques *et al.*, 2011).

Já Thomas (2012) entende que a geoconservação deve proteger tanto o relevo como também as coberturas vegetais associadas, incluindo assim aspetos da biodiversidade, o oposto da definição de Rodrigues e Fonseca

(2008) e de Erikstad (2013), que consideram somente o conjunto de valores patrimoniais abióticos que devem ser preservados.

### 1.5. Geoturismo

O conceito de geoturismo apareceu na década de 90 do século XX, sendo considerado uma nova vertente do turismo e estando a ganhar cada vez mais importância a nível mundial (Hose, 1995). Stueve, Cooks e Drew (2002) definem o geoturismo como a combinação entre os atributos naturais e culturais que fazem com que um determinado local seja distinto do outro, enfocando as características geográficas do território. A Declaração de Arouca, proclamada em 2011, reconhece que o turismo sustenta e incrementa a identidade de um território, tendo em conta a sua geologia, ambiente, cultura, valor estético, património e o bem-estar dos seus habitantes. Esta declaração define assim que uma das componentes do geoturismo é o património geológico, pondo em evidência a sua conservação e valorização (Sousa e Nascimento, 2005). Liccardo (2006) refere igualmente que esta é uma nova vertente das ciências geológicas que procura divulgar o conhecimento sobre a Terra. Por outro lado, tanto os elementos geológicos como os geomorfológicos têm também interesse para o geoturismo com o fim de divulgar, valorizar e promover os sítios (Newsome & Dowling, 2006; Panizza & Piacente, 2008; Reynard *et al.*, 2007).

Podem existir duas visões distintas de geoturismo, mas que se podem complementar. Numa visão de conservação, o geoturismo deve garantir uma proteção sustentável e a preservação do património geológico. Brilha (2005) remete o geoturismo para a geoconservação, sendo que um sítio que apresente potencialidades geoturísticas deve desenvolver ao mesmo tempo medidas de conservação com o fim de tornar os geossítios sustentáveis. Numa visão direcionada para o turismo, o geoturismo consiste na oferta de serviços e meios de interpretação para que os (geo)turistas possam compreender e adquirir novos conhecimentos sobre um sítio geológico e/ou geomorfológico, ao contrário da sua simples apreciação estética (Hose, 1995; Moreira, 2011).

Neste contexto, o potencial geoturístico e a oferta turística são alargados pela geodiversidade, biodiversidade, valor histórico e cultural (Rodrigues, 2008).

Para Sharples (1995) o geoturismo contempla os aspetos da geodiversidade que tenham um valor importante para as comunidades e que apresentem interesse para a investigação científica, atividades recreativas, educação ambiental e desenvolvimento cultural. Incorporando as duas visões, Rodrigues e Fonseca (2008) defendem que o geoturismo pretende promover e explorar de uma forma sustentável os sítios, sendo num sentido restrito, um segmento de turismo direcionado para a sustentabilidade do geopatrimónio, e num sentido lato, uma atividade que permite a criação de itinerários turísticos com a ajuda do património cultural, aumentando o valor dos locais (Rodrigues *et al.*, 2011). Para Larwood e Prosser (1998) e Buckley (2003) o geoturismo não se prende somente com a procura de novas experiências e com a aquisição de conhecimentos sobre a evolução da Terra por parte dos (geo)turistas, sendo também um tipo de turismo que se baseia na sustentabilidade e no desenvolvimento das comunidades.

## Capítulo 2 – Metodologia

As metodologias utilizadas neste trabalho dividem-se em quatro grandes grupos: a recolha de informação bibliográfica e cartográfica, a inventariação das nascentes cársicas, a avaliação semi-quantitativa do valor geopatrimonial potencial e do interesse geoturístico das mesmas e a análise estatística com destaque para a análise multivariada.

### 2.1. Recolha de informação bibliográfica e cartográfica

Numa primeira fase procedeu-se à recolha de informação bibliográfica através de artigos, teses, relatórios, projetos e notícias, e de informação cartográfica composta pelas folhas 297, 298, 307, 308, 309, 310, 317, 318, 319, 327, 328, 329 e 339 da Carta Topográfica na escala de 1:25000 do Centro de Informação Geoespacial do Exército (IGeoE), pelas folhas 23-C, 26-B, 26-D, 27-A e 27-C da Carta Geológica na escala de 1:50000 do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG) e ortofotomapas disponibilizados pelo *Google Earth*.

### 2.2. Inventariação das nascentes cársicas

As fases de identificação, classificação e avaliação do património hidrogeológico basearam-se nas metodologias proposta por Pereira *et al.* (2007) e Rodrigues (2009).

#### 2.2.1. Seleção das nascentes

Numa primeira fase, para a seleção das nascentes, utilizou-se informação contida no trabalho de Almeida *et al.* (2000), sendo que para o presente trabalho foram seleccionadas as 16 exsurgências perenes e temporárias principais dos mais importantes rios e ribeiras do MCE e sobre as quais se conhece a sua localização (Tabela 2.1).

<b>Perene</b>	<b>Temporária</b>
Olho de Água de Alcobertas	Bocas de Rio Maior
Olhos de Água do Alviela	Poço Escuro
Olho de Água da Ribeira de Cima	Gruta do Alviela
Olho do Moinho da Fonte	Olho de Água de Mari' Paula
Olho de Água de Chiqueda1	Olhos Fróis
Olho de Água de Chiqueda2	Poço Suão
Olho da Mãe d'Água	Grota
Pego	
Fonte da Capela	

Tabela 2.1 – Exsurgências selecionadas

#### 2.2.2. Ficha-inventário

A avaliação qualitativa passa pela aplicação de uma ficha-inventário a ser preenchida para cada local identificado. A ficha-inventário proposta por Rodrigues (2009) para o património geomorfológico foi adaptada e melhorada para ser aplicada ao património hidrogeológico (Tabela 2.2). As alterações feitas consistiram na introdução do campo “1. Nome do geossítio” no grupo referente à descrição; o campo “7. Tipo de acessibilidade e grau de dificuldade” foi alterado para resposta fechada; os campos 8, 9, 10 e 11 foram adicionados por serem relevantes para a inventariação do património hidrogeológico; foi igualmente adicionado um novo campo “12. Intervenções antrópicas”; no campo “15. Valores associados” foram acrescentados os valores estético e ecológico e excluído o valor socioeconómico; adicionou-se no campo “16. Estado de conservação (integridade)” resposta aberta para explicitar o tipo de intervenção; foi acrescentado um novo campo “17. Vulnerabilidade”; por último foi adicionado um campo “20. Proteção” para perceber se a proteção é a adequada ou não e assim se poder explicar no campo “21. Necessidade de medidas de proteção” quais as medidas a implementar no geossítio.

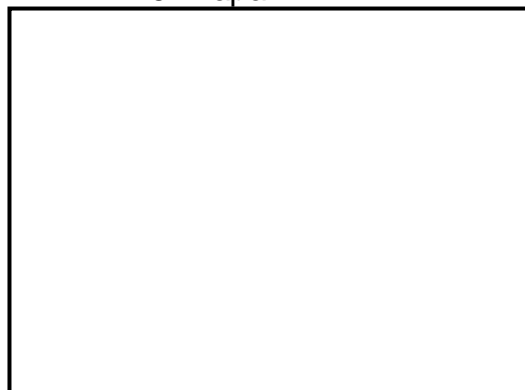
## FICHA-INVENTÁRIO DO PATRIMÓNIO HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO

Nº \_\_\_\_\_

### A. Descrição

1. Nome do geossítio \_\_\_\_\_
2. Área de estudo \_\_\_\_\_
3. Localização do geossítio \_\_\_\_\_
  - 3.1. Coordenadas \_\_\_\_\_
4. Data de observação \_\_\_\_\_

6. Mapa



### B. Caracterização

7. Tipo de acessibilidade e grau de dificuldade:

7.1. De carro ☐

7.2. A pé Fácil ☐ Moderado ☐ Difícil ☐

8. Visibilidade:

Fraca ☐

Moderada ☐

Boa ☐

Porquê? \_\_\_\_\_

9. Tipo de nascente:

Perene ☐

Temporária ☐

10. Condicionamento estrutural:

Falha ☐

Fractura/Diaclase ☐

Contacto litológico ☐

11. Aspeto da exsurgência:

Borbulhante (Olhos de Água) ☐

Fenda rochosa ☐

Gruta ☐

Difusa ☐

Outra \_\_\_\_\_

12. Intervenções antrópicas:

• Parcial ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐

• Total ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐

De que tipo \_\_\_\_\_

13. Síntese descritiva do geossítio

---

---

---

**C. Importância e valorização**

14. À escala: Local ☐ Regional ☐ Nacional ☐ Internacional ☐

15. Valores associados

Científico ☐

Histórico-cultural ☐

Qual? \_\_\_\_\_

Estético ☐

Qual? \_\_\_\_\_

Ecológico ☐

Qual? \_\_\_\_\_

16. Estado de conservação (integridade):

Perfeitamente conservado ☐

Alguma deterioração ☐

Deterioração importante ☐

Fortemente deteriorado ☐

De que tipo? \_\_\_\_\_

17. Vulnerabilidade

Baixa ☐

Média ☐

Elevada ☐

Porquê? \_\_\_\_\_

**D. Potencialidades e ameaças**

18. Potencialidades de uso \_\_\_\_\_

19. Ameaças atuais ou potenciais \_\_\_\_\_

20. Proteção:

Adequada ☐ Moderada ☐ Insuficiente ☐

21. Necessidade de medidas de proteção \_\_\_\_\_

Tabela 2.2 – Ficha-inventário adaptada para inventariar o património hidrogeológico cársico



A ficha-inventário é estruturada por 4 grandes grupos: A-Descrição; B- Caracterização; C-Importância e valorização; D-Potencialidades e ameaças, subdivididos em 21 campos, como se apresenta na Tabela 2.3.

<b>Preenchimento da ficha-inventário</b>
<b>A. Descrição</b>
1. Nome do geossítio a inventariar
2. Área de estudo onde se enquadra o geossítio
3. Localização do geossítio tendo em conta o concelho e/ou freguesia
3.1. Coordenadas GPS do geossítio
4. Data em que se identificou o local
6. Carta topográfica com a localização do geossítio
<b>B. Caracterização</b>
7. Este campo é preenchido consoante os tipos de acesso ao geossítio e respetivo grau de dificuldade em 3 níveis: Fácil, Moderado, Difícil
8. Condições de visibilidade tendo em conta fatores condicionantes como vegetação, sazonalidade e avaliado em 3 níveis: Fraca, Moderada, Boa
9. Este campo é preenchido conforme o tipo de exsurgência: Perene ou Temporária
10. Este campo é preenchido consoante a génese da exsurgência em 3 tipos: Falha, Fractura/Diaclase, Contacto litológico
11. Este campo é preenchido de acordo com o aspeto da exsurgência que pode ser Borbulhante (Olhos de Água), Fenda rochosa, Gruta, Difusa ou Outra
12. Se o geossítio sofreu intervenção antrópica no passado ou recentemente, que pode ser parcial ou na sua totalidade, e se foi adequada ou inadequada, explicitando o tipo de intervenção
13. Descrição sintetizada do geossítio, com recurso a bibliografia, quando existente, com as suas características, particularidades, entre outros
<b>C. Importância e valorização</b>
14. Importância em termos de escala
15. Este campo é preenchido de acordo com o valor associado a cada nascente, especificando quais as componentes encontradas na mesma
16. Identificação do estado de conservação do geossítio tendo em conta 4

estados: Perfeitamente conservado, Deterioração importante, Fortemente deteriorado
17. Determinar o nível de vulnerabilidade do geossítio em 3 níveis: Baixa, Média ou Elevada e explicar a razão da escolha
<b>D. Potencialidades e ameaças</b>
18. Identificar as atividades que podem ser realizadas no local ou área adjacente
19. Este campo é preenchido com as ameaças atuais ou potenciais ao geossítio
20. Este campo é preenchido de acordo com a existência de proteção ao geossítio, se esta é adequada, moderada ou insuficiente
21. Necessidade de medidas de proteção a aplicar ao geossítio

Tabela 2.2 – Indicações de cada campo a preencher na ficha-inventário

### 2.2.3. Trabalho de campo

A 3ª fase do trabalho consistiu no trabalho de campo que teve como objetivos o preenchimento da ficha-inventário para cada nascente, a recolha fotográfica das exsurgências e dos valores associados, obtenção de coordenadas através de GPS e do programa *Google Earth*, verificar a existência de intervenção antrópica antiga ou recente em cada nascente e se estas contribuíram para o conhecimento e valorização das mesmas ou se as descaracterizaram. Estes objetivos foram conseguidos através de 2 campanhas de campo: a primeira realizada entre setembro e outubro de 2015 serviu para a realização dos 4 objetivos anteriormente referidos; a segunda campanha realizou-se entre agosto e setembro de 2018 e teve como finalidade a verificação de intervenções antrópicas recentes com registo fotográfico e também aquisição de outros dados que estivessem em falta.

### 2.3. Avaliação do valor geopatrimonial potencial e do interesse geoturístico das nascentes cársticas

Na 4ª fase do trabalho utilizou-se a metodologia proposta por Pereira *et al.* (2007) por forma a aferir o valor geopatrimonial e geoturístico das nascentes. Como sucedido na ficha-inventário, procedeu-se à adaptação da metodologia para o património hidrogeológico, uma vez que os autores a elaboraram somente para o património geomorfológico e, portanto, alguns dos itens aí contemplados não são relevantes para o presente trabalho. Estabeleceu-se ainda uma escala numérica de 0 a 1, já que na metodologia original não existia um critério numérico (de pontuação).

O valor científico (VCi) obtém-se a partir da quantificação dos parâmetros de Abundância/Raridade (Ar), Integridade (I), Representatividade (R) e Existência de conhecimento científico associado (K) (Tabela 2.4) Da metodologia original foram retirados os parâmetros “Diversidade de geoformas e sua importância” e “Elementos geológicos, no controlo geomorfológico ou com valor patrimonial”. Foi importante estabelecer desde o início uma regra na avaliação dos critérios (Ar, I, R,) através de uma hierarquia. Para o critério correspondente à Abundância/Raridade foram consideradas as características únicas das nascentes e que possuem uma estética e/ou originalidade especial. No critério “Integridade” procedeu-se à avaliação das exsurgências de acordo com as observações feitas *in-situ*. O critério referente à Representatividade foi estimado de acordo com a capacidade dos geossítios em transmitir os conteúdos intrínsecos à sua génese ou processos envolvidos na sua evolução (Rodrigues, 2009), os quais demonstram ter interesse didático e/ou pedagógico. Por último, para o critério “Existência de conhecimento científico associado” foi fundamental recorrer a informação bibliográfica sobre as nascentes.

Assim, o valor científico é calculado através da soma dos parâmetros “Ar”, “I”, “R” e “K”, utilizando os scores sistematizados na tabela 2.4.

**Valor Científico ( $V_{Ci} = Ar + I + R + K$ )**

<b>Ar</b> Abundância/Raridade, dentro da área de estudo	0	Não é das 5 mais importantes e/ou maiores ocorrências na área
	0,25	Não é das 3 mais importantes e/ou maiores ocorrências na área
	0,50	É das 3 mais importantes e/ou maiores ocorrências na área
	0,75	É a mais importante e/ou única ocorrência na área
	1	Única ocorrência na área
<b>I</b> Integridade, em função da deterioração	0	Muito deteriorado, resultado de intervenção antrópica inadequada aos locais de interesse hidrogeológico cárstico
	0,25	Muito deteriorado, resultado de processos naturais
	0,50	Com deterioração, mas preservando elementos geomorfológicos e/ou geológicos essenciais
	0,75	Deteriorado ligeiramente, preservando elementos geomorfológicos e/ou geológicos essenciais
	1	Sem deterioração
<b>R</b> Representatividade, como recurso didático e dos processos geomorfológicos e/ou geológicos	0	Representatividade reduzida dos processos e sem interesse didático
	0,33	Com alguma representatividade, mas com pouco interesse didático
	0,67	Bom exemplo de evolução geomorfológica e/ou geológica, mas de difícil explicação a leigos
	1	Bom exemplo de evolução geomorfológica e/ou geológica e/ou bom recurso didático
<b>K</b> Existência de conhecimento	0	Sem produção ou divulgação científica, quanto ao interesse hidrogeológico cárstico
	0,25	Objeto de produção científica pouco frequente (comunicações, artigos nacionais, ...)

científico associado	0,50	Objeto de produção científica relevante (teses, artigos internacionais, ...)
----------------------	------	--

Tabela 2.3 – Critérios de valorização científica e scores correspondentes

Para aferir o valor adicional, são considerados os valores Histórico-cultural (HC), Estético (Estet) e Ecológico (Ecol) (Tabela 2.5). A única alteração efetuada relativamente à metodologia original diz respeito ao valor cultural, tendo-se acrescentado a parte histórica. Para o valor Histórico-cultural considerou-se uma hierarquia para as nascentes que estão classificadas ou não como património e o seu enquadramento histórico e cultural. O valor Estético é o mais difícil de quantificar na medida em que não sendo objetivamente mensurável, nem sequer definível a fixação de uma hierarquia do que apresenta maior ou menor beleza, a sua valoração é variável de pessoa para pessoa. Com isto, teve-se em conta vários aspetos visuais: a particularidade dos elementos geomorfológicos e/ou geológicos; a qualidade panorâmica; a diversidade de elementos, litologias e tonalidades; a presença de vegetação e água; intervenções antrópicas; altura e proximidade em relação aos objetos observados. Como Brandão (2009) refere, o valor Ecológico é essencial para o “estabelecimento de ecótopos particulares”, avaliando deste modo “as inter-relações bem-sucedidas entre a conservação da geodiversidade e da biodiversidade” (Santos, 2014).

Deste modo, para o cálculo do valor adicional são somados os parâmetros “HC”, “Estet” e “Ecol”, utilizando os scores sistematizados na Tabela 2.5.

**Valor Adicional (VAd = HC + Estet + Ecol)**

<b>Histórico-cultural</b>	0	Sem elementos histórico-culturais
	0,17	Existência de aspetos histórico-culturais, mas sem conexão aos geossítios
	0,33	Aspetos histórico-culturais associados aos geossítios

	0,50	Aspetos histórico-culturais de elevado valor associados aos geossítios
<b>Estético</b>	0-0,25 Baixo	Considerar a singularidade visual dos elementos geomorfológicos e/ou geológicos, qualidade panorâmica, diversidade de elementos, litologias e tonalidades, presença de vegetação e água, intervenções antrópicas, altura e proximidade em relação aos objetos observados
	0,25-0,75 Médio	
	0,75-1 Elevado	
<b>Ecológico</b>	0	Sem conexão com elementos biológicos
	0,25	Ocorrência de fauna e/ou flora com interesse
	0,50	Um dos melhores locais para observar fauna e/ou flora com interesse

Tabela 2.4 – Critérios com os valores adicionais e scores correspondentes

Como referem Pereira *et al.* (2007), é “(...) importante a separação entre os critérios de uso e preservação dos locais (...)”, uma vez que o propósito do trabalho é perceber o potencial geoturístico das nascentes cársicas e ao mesmo tempo contribuir para a sua preservação. Assim, o cálculo do valor de uso tem como finalidade avaliar o uso espacial do geossítio, integrando como parâmetros: condições de acessibilidade (Ac), condições de visibilidade (V), uso atual do interesse hidrogeológico cársico (Ug), proteção oficial e limitações ao uso (P) e equipamentos e serviços de apoio ao uso (E) (Tabela 2.6). Procedeu-se à exclusão do parâmetro “Outros interesses, naturais e culturais, e usos atuais” por não ser relevante para o trabalho. Para a avaliação das condições de acessibilidade considera-se as seguintes formas de deslocação até ao geossítio: veículo todo-terreno, veículo automóvel e a pé. O parâmetro relativo às condições de visibilidade contempla os obstáculos que podem existir (e.g. vegetação densa, acessos) na observação do geossítio. Para o uso atual

do interesse hidrogeológico cársico considera-se se o geossítio é atualmente usado ou não e/ou se existe ou não divulgação sobre o mesmo. Para o parâmetro da proteção oficial e limitações ao uso considera-se o tipo de proteção (e.g. parque natural, área protegida, RAMSAR) em que o geossítio se insere e a existência ou não de limitações ao uso. Por último, o parâmetro referente aos equipamentos e serviços de apoio ao uso, avalia a existência de infraestruturas (e.g. educação ambiental, percursos pedestres, pontos de informação) para o uso dos geossítios.

Assim, o valor de uso (Vus) será a soma dos parâmetros “Condições de acessibilidade” (Ac), “Condições de visibilidade” (V), “Uso atual do interesse hidrogeológico cársico” (Ug), “Proteção oficial e limitações ao uso” (P) e “Equipamentos e serviços de apoio ao uso” (E), utilizando os scores sistematizados na Tabela 2.6.

**Valor de Uso ( $Vus = Ac + V + Ug + P + E$ )**

<b>Ac</b> Condições de acessibilidade	0	Acessibilidade muito difícil
	0,25	A pé, a mais de 500 metros de caminho transitável por veículo todo-terreno
	0,50	A pé, a menos de 500 metros de caminho transitável por veículo automóvel
	0,75	Em veículo todo-terreno, até menos de 100 metros do local
	1	Em veículo automóvel, até menos de 50 metros do local
<b>V</b> Condições de visibilidade	0	Sem condições de observação ou em condições muito difíceis
	0,17	Razoáveis condições de observação, limitada por vegetação arbustiva ou outro tipo de obstáculo
	0,33	Boa, mas obrigando a deslocação para ser melhorada
	0,50	Boa para todos os elementos

		geomorfológicos e/ou geológicos em destaque
<b>Ug</b> Uso atual do interesse hidrológico cársico	0	Sem divulgação e sem uso
	0,33	Sem divulgação, mas com uso
	0,67	Divulgado/usado como local de interesse geomorfológico e/ou geológico
	1	Divulgado/usado como local de interesse hidrogeológico cársico
<b>P</b> Proteção oficial e limitações ao uso	0	Com proteção total, impedindo o uso
	0,33	Com proteção, limitando o uso
	0,67	Com proteção, mas com poucas ou nenhuma limitações ao uso
	1	Sem proteção e sem limitações ao uso
<b>E</b> Equipamentos e serviços de apoio ao uso	0	Não existem
	0,25	Existem, mas encontram-se em más condições, abandonados ou mal aproveitados/divulgados
	0,50	Existem e são utilizados, valorizados e divulgados

Tabela 2.5 – Critérios com os parâmetros do valor de uso e scores correspondentes

Por último, o valor de preservação (VPr) (Tabela 2.7) destina-se a determinar o estado de conservação dos geossítios, contando para isso com os parâmetros da deterioração (Dt) e vulnerabilidade (Vu). O primeiro pretende avaliar o grau de degradação dos geossítios enquanto o segundo avalia a vulnerabilidade dos mesmos a fatores de perturbação principalmente de origem antrópica.

Deste modo, o valor de preservação será a soma dos parâmetros da deterioração (Dt) e vulnerabilidade (Vu), utilizando os scores sistematizados na Tabela 2.7.



**Valor de Preservação (VPr = Dt + Vu)**

<b>Dt</b> Deterioração (impactes até à atualidade)	0	Muito deteriorado, resultado de intervenção antrópica inadequada aos locais de interesse hidrogeológico cársico
	0,25	Muito deteriorado, resultado de processos naturais
	0,50	Com deterioração, mas preservando elementos geomorfológicos e/ou geológicos essenciais
	0,75	Deteriorado ligeiramente, preservando elementos geomorfológicos e/ou geológicos essenciais
	1	Sem deterioração
<b>Vu</b> Vulnerabilidade à deterioração antrópica (impactes pelo uso como local de interesse hidrogeológico cársico)	0	Muito vulnerável, o uso pode deteriorar completamente o local
	0,33	Elementos geomorfológicos e outros podem ser deteriorados
	0,67	Pode ocorrer deterioração apenas nas estruturas de acesso
	1	Não vulnerável ao uso como local de interesse hidrogeológico cársico

Tabela 2.6 – Critérios com os parâmetros do valor de preservação e scores correspondentes

O valor total do local de interesse hidrogeológico cársico resulta da soma do valor hidrogeológico cársico (VHidCars) e do valor de gestão (VGt) (Tabela 2.8). Para isso, é necessário calcular primeiro o valor hidrogeológico cársico a partir da soma do valor científico (VCi) e do valor adicional (Vad). O valor de gestão (VGt) é a soma do valor de uso (Vus) e do valor de preservação (VPr).

**Valor final do local de interesse hidrogeológico cársico**

VHidCars (Valor Hidrogeológico Cársico) = VCi + Vad

VGt (Valor de Gestão) = Vus + VPr

Valor do Local de Interesse Hidrogeológico Cársico = VHidCars + VGt

Tabela 2.7 – Cálculo do valor hidrogeológico cársico, do valor de gestão e valor do local de interesse hidrogeológico cársico

Após a quantificação de cada valor do local de interesse hidrogeológico cárstico, procedeu-se à seriação dos mesmos através de um *ranking* final, permitindo a comparação dos resultados obtidos.

#### 2.4. Análise de Componentes Principais

A última fase do trabalho consistiu na aplicação da Análise de Componentes Principais (PCA) à tabela final de valores que resultou da aplicação das fichas anteriormente discutidas. Este é um método desenvolvido por Pearson (1901) e Hotelling (1933) (Hongyu *et al.*, 2016; Capelo, 2003) que utiliza uma transformação ortogonal (ortogonalização de vetores) para converter um conjunto de variáveis correlacionadas num conjunto de variáveis linearmente não correlacionadas, denominadas como componentes principais. De acordo com Hongyu *et al.*, (2016), a PCA consiste numa técnica que agrupa os indivíduos de uma população (neste caso representada pelas nascentes estudadas) a partir da distância entre elas (maior ou menor proximidade) com base nos valores das variáveis usadas (neste caso os valores obtidos para os diferentes parâmetros da ficha-inventário para cada sítio/exsurgência).

Como representado na figura 2.1, os objetos formam uma nuvem de pontos num espaço multidimensional com um eixo para cada um dos atributos, sendo o centroide assente no ponto de coordenadas, ou seja, a média de cada atributo, e a variância calculada a partir da média dos quadrados da diferença de um determinado número de pontos com relação à média de cada atributo (Capelo, 2003). Para o presente trabalho a PCA foi realizada com recurso ao *software* Canoco 5.5 (Ter Braak & Šmilauer, 2012). Na interpretação da análise efetuada foram usados e representados graficamente, apenas o primeiro e segundos eixos fatoriais, os quais apresentaram uma variância explicada de 48,13 no primeiro, e 67,38 no segundo.

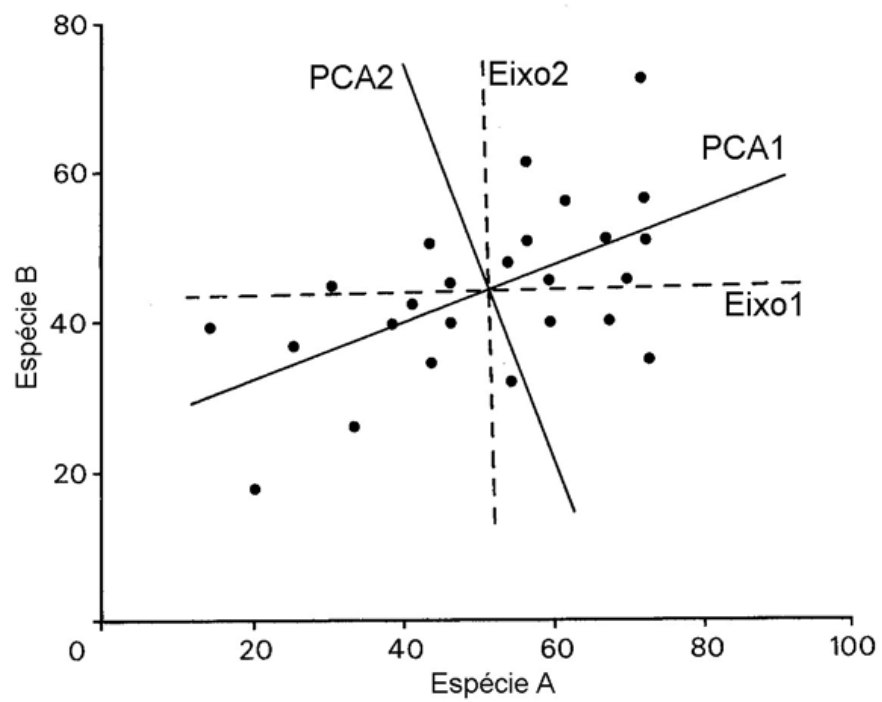


Figura 2.1 – Exemplo de interpretação geométrica da PCA. Fonte: Capelo (2003)

## Capítulo 3 – Caracterização física do Maciço Calcário Estremenho

### 3.1. Contexto geográfico

O Maciço Calcário Estremenho (MCE) localiza-se na região central de Portugal, enquadrado por 9 concelhos (Leiria, Ourém, Batalha, Alcobaça, Porto de Mós, Torres Novas, Alcanena, Rio Maior, Santarém) (Figura 3.1). Corresponde a uma unidade morfoestrutural do território português que se individualiza das regiões circundantes pelas suas peculiaridades geológicas e geomorfológicas (Carvalho *et al.*, 2011). Grande parte deste maciço está sujeita a um regime de proteção da natureza por intermédio do Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (PNSAC). Este ocupa uma área aproximada de 384 km<sup>2</sup> e foi implementado em 1979 através do Decreto Lei nº 118 de 4 de maio (Carvalho *et al.*, 2011).

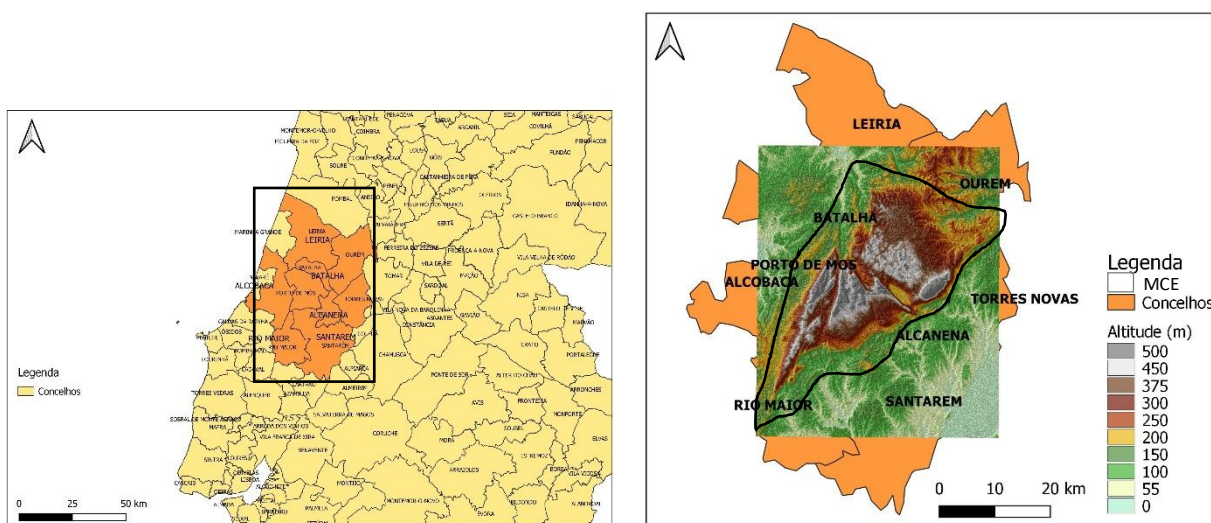


Figura 3.1 – Localização e variação da altitude no Maciço Calcário Estremenho

### 3.2. Características geológicas

O MCE encontra-se no setor central da Bacia Lusitânica (Figura 3.2), especificamente, na sub-bacia de Bombarral-Alcobaça (Carvalho *et al.*, 2011), apresentando-se sobrelevado relativamente às regiões limítrofes (ver Figura 3.1). Esta é uma bacia sedimentar intracratónica que teve como génese a abertura do Oceano Atlântico iniciado no Triássico até ao Cenozóico. Corresponde a um *graben* alongado segundo a direção NNE-SSW e tem cerca de 200-300 km de comprimento e 100-150 km de largura (Inácio, 2003). Tem como limites a Bacia Terciária do Tejo a sudeste, a Bacia de Ourém a nordeste e a bacia de Bombarral-Alcobaça a noroeste.

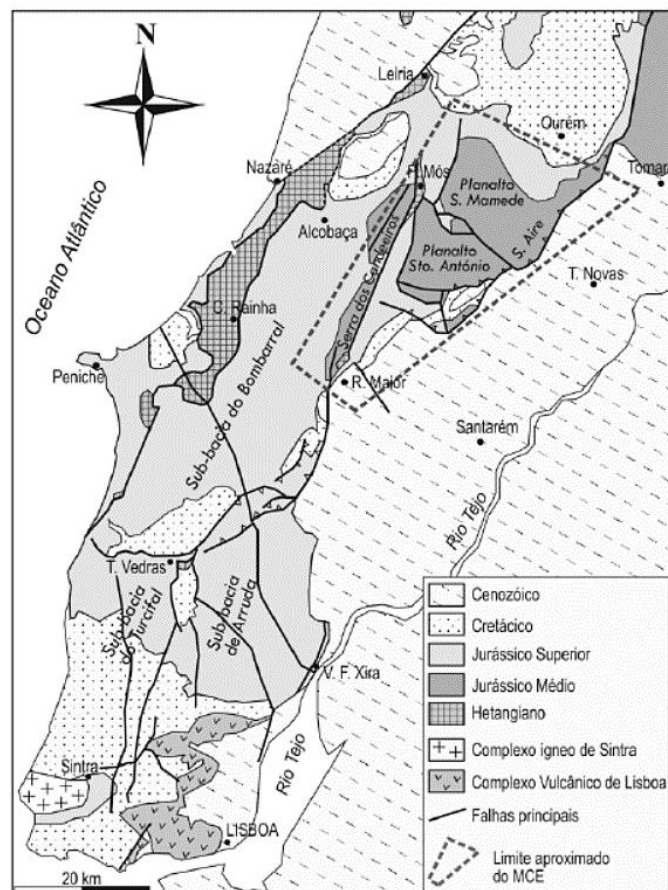


Figura 3.2 – Enquadramento do MCE no setor central da Bacia Lusitânica. Fonte: Carvalho *et al.* (2011)

As rochas aflorantes no maciço datam do Hetangiano ao Pliocénico, embora a maioria seja do Jurássico Médio e Superior (Carvalho *et al.*, 2011) (Figura 3.3). O Jurássico Médio ocorre nas zonas sobre-elevadas enquanto

que o Jurássico Superior ocupa as regiões mais deprimidas. O Hetangiano, a que correspondem depósitos de natureza evaporítica, aflora ao longo duma estreita faixa entre Rio Maior e Porto de Mós que corresponde a uma “parede de sal” (Kullberg, 2000), isto é, um acidente tectónico onde se deu a ascensão dos depósitos evaporíticos (Carvalho *et al.*, 2011).

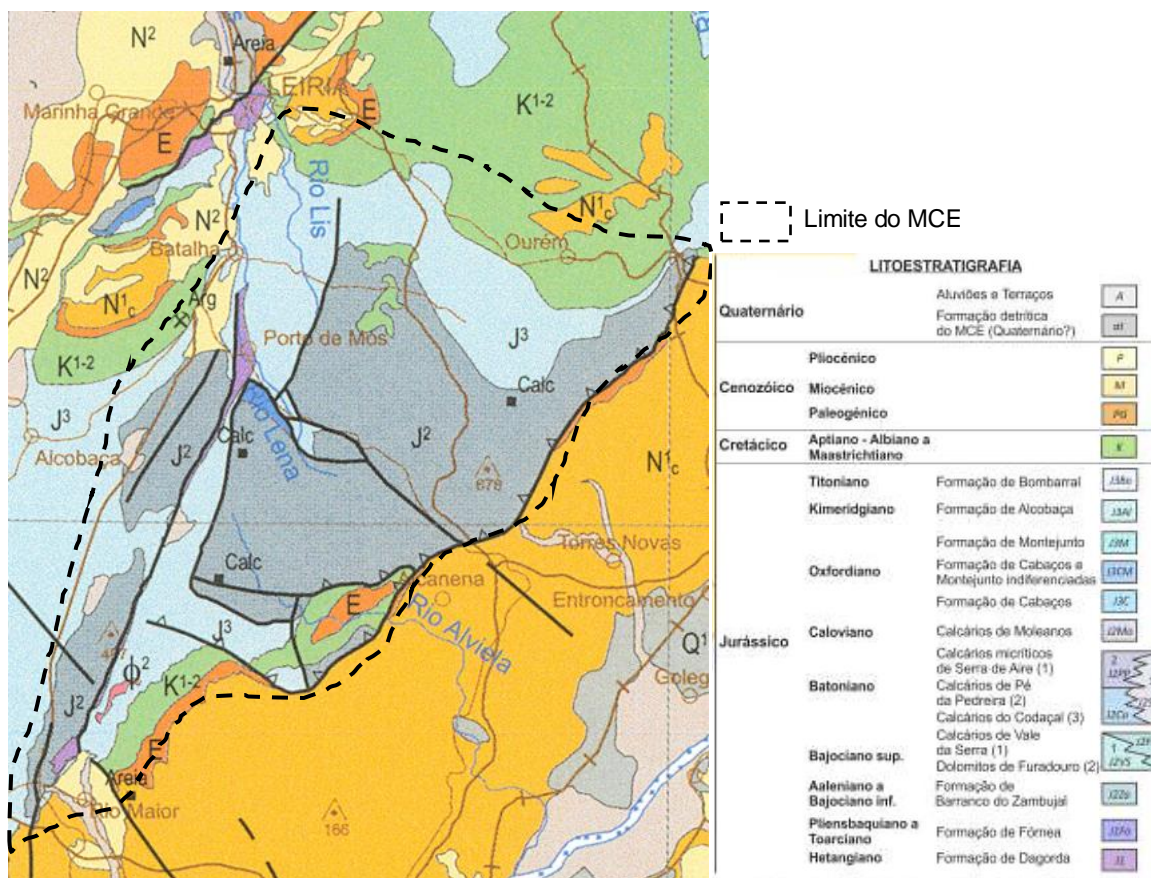


Figura 3.3 – Mapa geológico do MCE adaptado da carta geológica na escala de 1:1000000 do LNEG

Relativamente à litoestratigrafia (Figura 3.4), identificam-se 5 formações geológicas principais denominadas Formação da Fórnea, Formação de Barranco do Zambujal, Formação de Chão de Pias, Formação de Serra de Aire e Formação de Santo António-Candeeiros (Azerêdo, 2007).

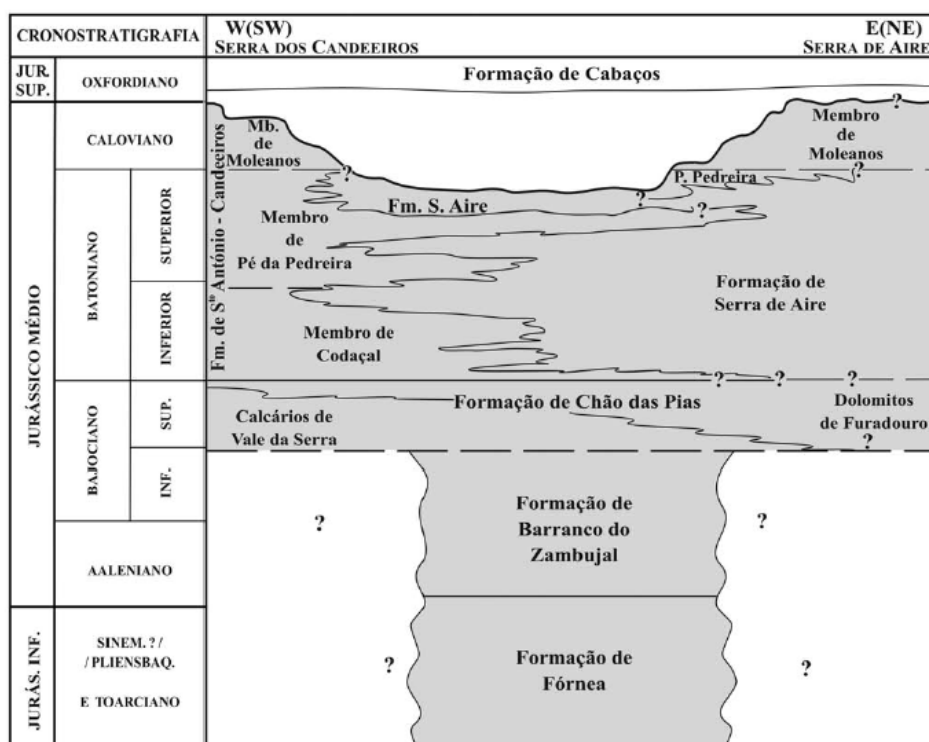


Figura 3.4 – Unidades litoestratigráficas referentes ao Jurássico Inferior e Médio do MCE.  
Fonte: Azerêdo (2007)

A sequência litoestratigráfica inicia-se no Sistema Jurássico com a Formação de Dagorda (unidade diacrónica) que teve início no Triássico, sendo constituída por rochas margosas e evaporíticas (Carvalho *et al.*, 2011).

O Jurássico Inferior termina com a Formação de Fórnea (Pliensbaquiano a Toarciano), constituída por margas e calcários margosos e localizada numa faixa orientada a NW-SE, a Sul de Porto de Mós (Carvalho *et al.*, 2011).

A Formação de Barranco do Zambujal (Aaleniano-Bajociano) testemunha o começo do Jurássico Médio, sendo composta por margas e calcários um pouco margosos e apresentando-se em bancadas de espessura reduzida. Aflora em grande extensão sobretudo no Planalto de Sto. António (Carvalho *et al.*, 2011).

A Formação de Chão de Pias (Bajociano superior) é constituída por dois membros: i) membro dolomítico (Dolomitos do Furadouro) aflorando a Nordeste da Serra de Aire, numa área central do Planalto de S. Mamede e numa faixa estreita a Sul da Serra de Candeeiros; ii) membro composto por calcário com

nódulos siliciosos (Calcários de Vale da Serra), cujos principais afloramentos ocorrem numa área central da Serra de Aire e a Sudoeste da mesma, no Planalto de Sto. António e a Sul da Serra dos Candeeiros (Carvalho *et al.*, 2011).

A Formação de Serra de Aire é composta por calcários micríticos (*mudstone* a *wackstone*), ocupando uma grande extensão nas áreas mais soerguidas do MCE (Carvalho *et al.*, 2011).

Por último, a Formação de Sto. António-Candeeiros prolonga-se até ao Caloviano e é constituída pelos membros de Codaçal, Pé da Pedreira e Moleanos. Os dois primeiros estão datados do Batoniano e o último data do Caloviano. Os membros são compostos por calcários esparríticos *packstone* a *grainstone* biocalciclásticos. O Membro de Codaçal aflora numa grande extensão do Planalto de Sto. António enquanto o Membro de Pé da Pedreira aflora na área central da Serra dos Candeeiros, na Depressão de Mendiga e numa faixa extensa e larga no Planalto de S. Mamede, paralelamente à Falha de Reguengo do Fetal. O Membro de Moleanos ocorre no sopé e na vertente ocidental da Serra dos Candeeiros e no Planalto de S. Mamede, estabelecendo o contacto com as rochas do Jurássico Superior (Carvalho *et al.*, 2011).

### 3.3. Características geomorfológicas

Segundo Martins (1949), o MCE corresponde a uma unidade geomorfológica elevada acima da Bacia do Tejo, da Plataforma Litoral e da Bacia de Ourém, estando delimitado por importantes acidentes tectónicos, sendo possível distinguir quatro unidades morfoestruturais elevadas: a Serra dos Candeeiros, o Planalto de Sto. António, o Planalto de S. Mamede e a Serra de Aire (Figura 3.5).

A Serra dos Candeeiros corresponde a um grande enrugamento anticlinal com expressão morfológica com cerca de 30 km de comprimento e de direcção NW-SE, estando limitado a E pela Falha de Rio Maior-Porto de Mós-Batalha. A vertente ocidental da Serra dos Candeeiros, que surge em contacto com a Plataforma de Aljubarrota (superfície de abrasão marinha), foi



interpretada como uma arribas fósil correlativa de um paleolitoral com depósitos marinhos (Rodrigues, 1998). Sendo a Serra dos Candeeiros caracterizada por fracturação densa, esta condiciona os processos erosivos, com a presença de formas cársicas (e.g. lápias) e fluvio-cársicas, bem como uma rede de valeiros e barrancos com funcionamento estacional ou episódico (Rodrigues, 1998).

O Planalto de Sto. António corresponde a uma vasta superfície com inclinação para SE, com forma aproximadamente triangular, e delimitada pelas falhas da Costa de Minde e da Costa de Alvados (a N e NE), pela falha da Costa da Mendiga (a ocidente) e pela depressão de Mendiga (a sul). As maiores altitudes localizam-se junto ao topo dos acidentes tectónicos das costas de Minde, Alvados e Mendiga, devido ao levantamento ocorrido ao longo destas falhas. É marcado por uma rede de fracturação densa com predomínio de acidentes de direcção NW-SE (Rodrigues, 1998).

O Planalto de S. Mamede situa-se a norte e NE dos acidentes de direcção NW-SE que individualizam as depressões tectónicas de Minde e Alvados. É delimitado a ocidente pela escarpa de Reguengo do Fetal (com direcção NNE-SSW a N-S) e a SE pela Serra de Aire. Os seus limites são mais indefinidos a norte, devido à inexistência de importantes acidentes tectónicos. O Planalto de S. Mamede contacta a norte com a Plataforma de Fátima que, por sua vez, faz a transição com o bordo sul da Bacia de Ourém. A existência de formas cársicas e fluvio-cársicas é condicionado pelos alinhamentos tectónicos dominantes (Rodrigues, 1998).

A Serra de Aire corresponde a um monte anticlinal falhado nos bordos E e S, contendo o ponto mais elevado do MCE (678 m) e cavalcando a Bacia do Tejo ao longo dos Arrifes. Este alinhamento tectónico é recortado por acidentes NW-SE que definem os compartimentos da Serra de Aire e do Planalto de S. Mamede (Rodrigues, 1998). De acordo com Rodrigues (1998), a existência de uma superfície aplanada culminante no topo da Serra de Aire, estendendo-se entre 630 e 670m de altitude, teve origem no Miocénico final, já que tanto os níveis do topo da Serra de Aire como os do Planalto de S. Mamede derivam do mesmo aplanamento.

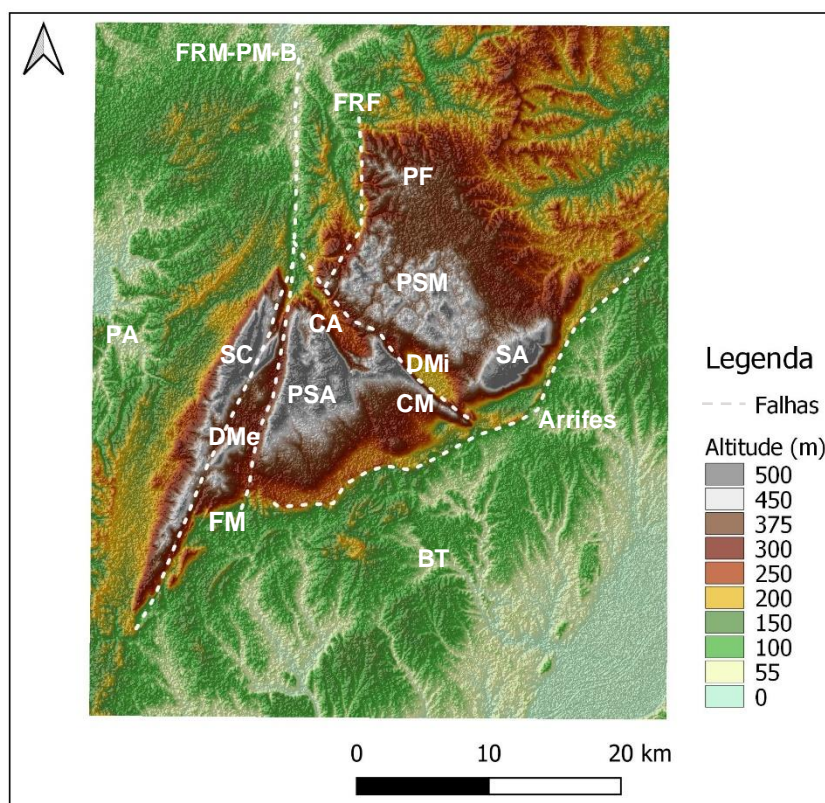


Figura 3.5 – Unidades morfológicas e principais acidentes tectónicos do MCE. **PA** – Plataforma de Aljubarrota; **SC** – Serra dos Candeeiros; **DMe** – Depressão de Mendiga; **PSA** – Planalto de Sto. António; **DMi** – Depressão de Minde; **PF** – Plataforma de Fátima; **PSM** – Planalto de S. Mamede; **SA** – Serra de Aire. **FRM-PM-B** – Falha de Rio Maior-Porto de Mós-Batalha; **FM** – Falha de Mendiga; **CA** – Costa de Alvados; **CM** – Costa de Minde; **FRF** – Falha do Reguengo do Fetal; **BT** – Bacia do Tejo

### 3.4. Características hidrogeológicas

O MCE apresenta-se como um carso jovem onde é possível encontrar vestígios bem conservados de um regime de erosão ante-cársica e de depósitos detríticos que cobriam a superfície infracretácica. O seu desenvolvimento estabeleceu-se por fases relacionadas com os períodos cenozoicos de estabilidade, dando origem à formação de níveis de aplanção à superfície e ao desenvolvimento de redes de galerias subterrâneas escalonadas por andares. Registam-se ainda episódios antigos de carsificação, nomeadamente carsificação ante-malm ocorrida nalgumas áreas da Serra dos Candeeiros (e.g. área do Cabeço Gordo) (Almeida *et al.*, 2000).

O maciço apresenta diversas formas exocársicas como os megalapiás, lapiás de diversos tipos (condicionados pela litologia e topografia), dolinas, uvalas e formas endocársicas como os algares e redes de galerias

subterrâneas. As dolinas e os lapiás compõem a principal forma de exocarsificação, localizando-se principalmente no setor norte do MCE. As dolinas apresentam diferentes morfologias resultante tanto da dissolução como da erosão fluvio-cársica. As galerias e condutas subterrâneas atingem diversas profundidades, em alguns casos, 80m abaixo do nível das exurgências. Por sua vez, os algares são estruturas antigas e apresentam-se em maior número, com profundidades variáveis (100 a 150m) (Almeida *et al.*, 2000).

O sistema aquífero do Maciço Calcário Estremenho ocupa uma área de 767,6km<sup>2</sup>, não correspondendo aos limites do MCE devido à circulação subterrânea se alongar para além do limite do maciço. Este é um sistema muito complexo, do tipo de aquífero cársico, onde a existência de nascentes temporárias se sobrepõe ao número de nascentes perenes existentes. As primeiras apresentam caudais muito elevados, mas com variações muito acentuadas e com descargas apenas em períodos de cheia (Almeida *et al.*, 2000).

As principais nascentes estão localizadas nos limites do maciço, em contacto com rochas menos permeáveis do Jurássico, Cretácico ou Terciário. No bordo W localizam-se as nascentes do Lis e de Chiqueda e no bordo S e E situam-se as do Alviela, Almonda e de Alcobertas. As restantes nascentes agrupam-se em três tipos principais:

- Nascentes temporárias com características cársicas e com variações de caudal, localizando-se próximas do contacto com rochas menos permeáveis nos bordos do sistema;
- Nascentes cársicas situadas no interior do sistema;
- Nascentes com caudal reduzido, temporários ou perenes, do tipo epicarso ou com a presença de pequenos aquíferos suspensos em rochas calcárias ou com depósitos detríticos.

Neste sistema, os setores hidrológicos dividem-se consoante aspetos hidrológicos, geomorfológicos e geológicos: i) Serra dos Candeeiros e Plataforma de Aljubarrota; ii) Planalto de Sto. António; iii) Planalto de S.

Mamede e Serra de Aire; iv) Depressões de Alvados e Minde (Almeida *et al.*, 2000).



## Capítulo 4 – Inventariação e avaliação das nascentes cársticas

No presente capítulo expõe-se a avaliação qualitativa das nascentes cársticas através da interpretação das fichas-inventário de cada nascente e à avaliação do potencial geopatrimonial e do interesse geoturístico das mesmas.

Na fase da inventariação procedeu-se à aplicação de 16 fichas-inventário para os locais de interesse hidrogeológico (Figura 4.1).

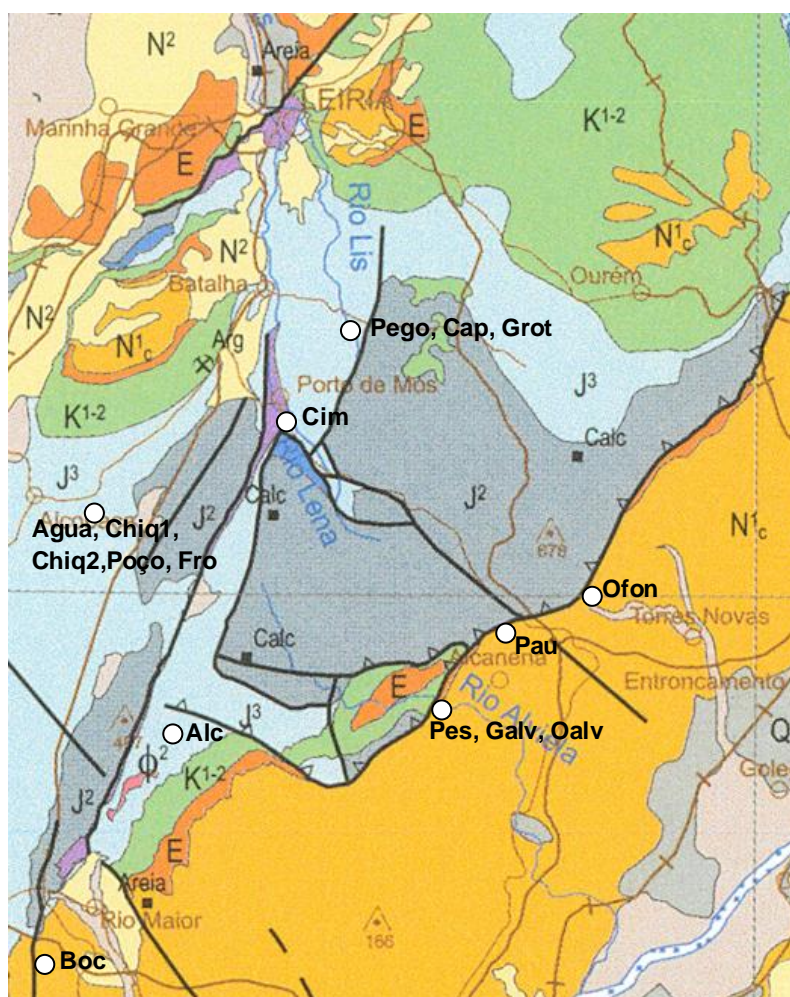


Figura 4.1 – Localização das exurgências em estudo (Carta geológica na escala de 1:1000000 do LNEG). **Pau** – Olho de Mari'Paula; **Grot** – Grota; **Fro** – Olhos Fróis; **Poço** – Poço Suão; **Alc** – Olho de Água de Alcobertas; **Boc** – Bocas de Rio Maior; **Galv** – Gruta do Alviela; **Oalv** – Olhos de Água do Alviela; **Pes** – Poço Escuro; **Ofon** – Olho do Moinho da Fonte; **Cim** – Olho de Água da Ribeira de Cima; **Chiq1** – Olho de Água de Chiqueda1; **Chiq2** – Olho de Água de Chiqueda2; **Cap** – Fonte da Capela; **Pego** – Pego; **Agua** – Olho da Mãe d'Água



#### 4.1. Poço Escuro

A exurgência do Poço Escuro (Figura 4.2) integra-se no Complexo das Nascentes do Alviela e está classificada como Sítio RAMSAR pela Convenção sobre Zonas Húmidas desde 2005 (<https://www.ramsar.org/>). Esta nascente situa-se no sinclinal de Monsanto e nos limites do maciço, estando em contacto com rochas menos permeáveis do Jurássico, Cretácico e Terciário (Almeida *et al.*, 2000). Está localizada na base do canhão fluvio-cársico dos Amiais, num pequeno vale em U bastante estreito que corta a escarpa dos arrifes e estendendo-se por 100m no reverso da referida escarpa (Leal, 2014). Por se encontrar a um nível superior ao da nascente permanente, apenas expele água na sequência de precipitações muito elevadas (Figura 4.3-A e B). A sua área de alimentação provém dos Planaltos de Sto. António e de S. Mamede e do *Polje* de Minde, estendendo-se a sua bacia de alimentação por 180km<sup>2</sup> (Almeida, 2000). O “Nível”, construído no início do século XX, evita que as águas da ribeira dos Amiais se misturem com as do Alviela, a montante da captação (<http://www2.icnf.pt>) (Figura 4.3-C).



Figura 4.2 – Localização da exurgência do Poço Escuro. Fonte: *Google Earth*



Figura 4.3 – A) Em atividade (<http://www.turismo.mediotejo.pt>) [Acedido em junho de 2019]. B) Inativa. C) “Nível” que evita que as águas da ribeira dos Amiais se misturem com as do Alviela

O Poço Escuro está inserido no percurso pedestre de Pequena Rota (PR1) dos Olhos de Água do Alviela (Figura 4.4), sendo que a sua acessibilidade é feita unicamente a pé, embora com um grau de dificuldade elevado na medida em que tem um declive acentuado, sem escadas ou qualquer outro tipo de apoio. A sua visibilidade é moderada uma vez que, chegando ao local, só é possível observar a nascente, quanto às suas características, (e.g. aspeto, condicionamento estrutural) através de umas escadas estreitas que fazem parte do muro construído à volta da nascente. Este muro constitui a única intervenção antrópica que o geossítio sofreu, sem ter descaracterizado o mesmo.





Figura 4.4 – Painel informativo do percurso pedestre de Pequena Rota (PR1) dos Olhos de Água do Alviela

O geossítio possui valor científico significativo por deter a capacidade de transmitir a génese e processos envolvidos na sua evolução, e por essa razão considera-se que tem relevância para a investigação científica e interesse educativo. Quanto ao valor estético, o geossítio apresenta um valor elevado pois encontra-se localizado no canhão fluvio-cársico da Ribeira dos Amiais (Figura 4.5), o mais impressionante em Portugal, com várias formações cársicas (perdas, janela cársica, ressurgência) (Figura 4.6-A, B e C).

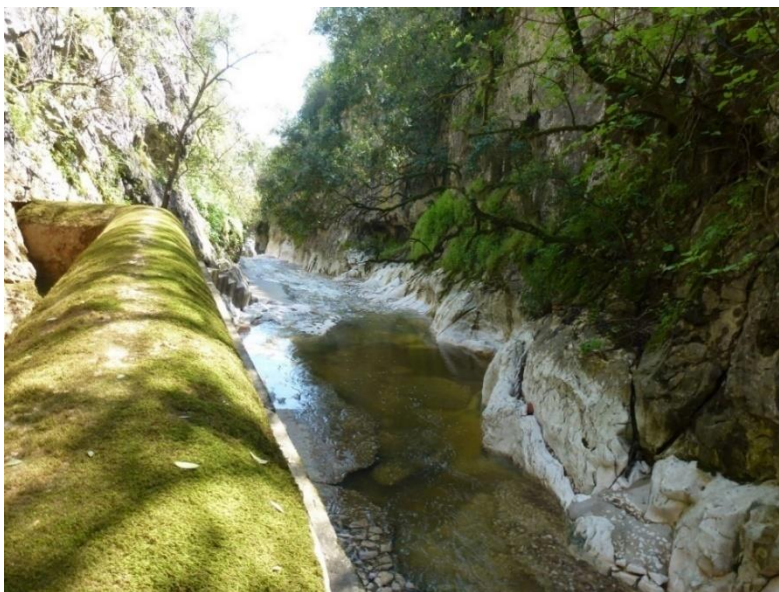


Figura 4.5 – Canhão fluvio-cársico da Ribeira dos Amiais

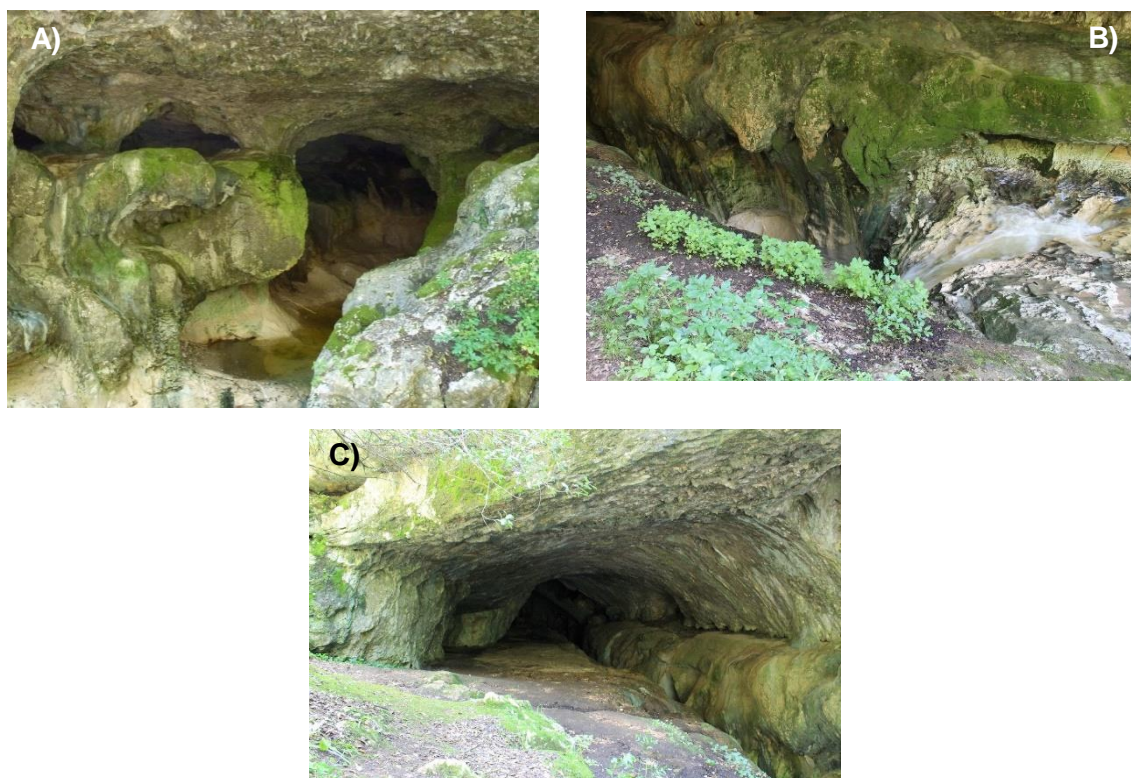


Figura 4.6 – A) Ressurgência. B) Perda. C) Janela cársica

O geossítio apresenta deterioração importante como resultado dos processos naturais a que está constantemente exposto (erosão), enquanto a sua vulnerabilidade é baixa no que respeita ao seu uso como local de interesse hidrogeológico cársico.

Relativamente às potencialidades de uso, este geossítio proporciona a realização de várias atividades pois está inserido no percurso pedestre de Pequena Rota (PR1) dos Olhos de Água do Alviela permitindo assim a interpretação do geopatrimónio, a prática de pedestrianismo e de orientação e a investigação científica. A localização do CARSOSCÓPIO (Centro de Ciência Viva do Alviela) (Figura 4.7), próximo da nascente, permite a divulgação científica e tecnológica das nascentes e do MCE (e.g. viagem virtual às origens do maciço e a influência do clima nas nascentes através de modelação 3D, módulos interativos sobre morcegos). Também a ocorrência anual do Festival da Biodiversidade (OBSERVACARSO) conta com a realização de desportos radicais, desportos de natureza, atividades de educação ambiental, visitas temáticas, desenvolvimento sustentável, entre outros (<http://cm-alcanena.pt>).



Figura 4.7 – CARSOSCÓPIO (Centro de Ciência Viva do Alviela). Fonte: <https://alviela.cienciaviva.pt> [Acedido em junho de 2019]

As ameaças atuais e potenciais ao geossítio relacionam-se com os processos naturais (erosão hídrica). A proteção ao geossítio é adequada, mas é necessária sinalética com informação para a importância de preservar o património hidrogeológico e placa que identifique o geossítio. Esta informação é ainda mais relevante pois o sítio faz parte de um percurso pedestre.

#### 4.2. Olhos de Água do Alviela

A exurgência dos Olhos de Água do Alviela (Figura 4.8) é considerada a mais importantes e mais caudalosa do MCE e do país (Thomas, 1985), tendo sido classificada em 2005 como Sítio RAMSAR (<https://www.ramsar.org/>). Esta nascente está situada a cerca de 55m de altitude na linha de cavalcamento dos arrifes, estando em contacto com as rochas impermeáveis da Bacia do Tejo (Figura 4.9). Sendo esta uma exurgência permanente, debita cerca de 1,5 milhões de metros cúbicos de água por dia em pico de cheia, enquanto que na estação seca registam-se valores menores ( $30.000\text{m}^3/\text{dia}$ ) (Almeida, 2000). A área de alimentação provém dos Planaltos de Sto. António e de S. Mamede e do *Polje* de Minde, estendendo-se a sua bacia de alimentação por  $180\text{km}^2$  (Almeida, 2000). A nascente faz parte de um vasto complexo de grutas subterrâneas submersas, com esta nascente a atingir uma profundidade de 160m (Pedro Ivo Arriegas – chefe da equipa, comunicação pessoal) e um comprimento superior a 600m (<https://alviela.cienciaviva.pt>).





Figura 4.8 – Olhos de Água do Alviela

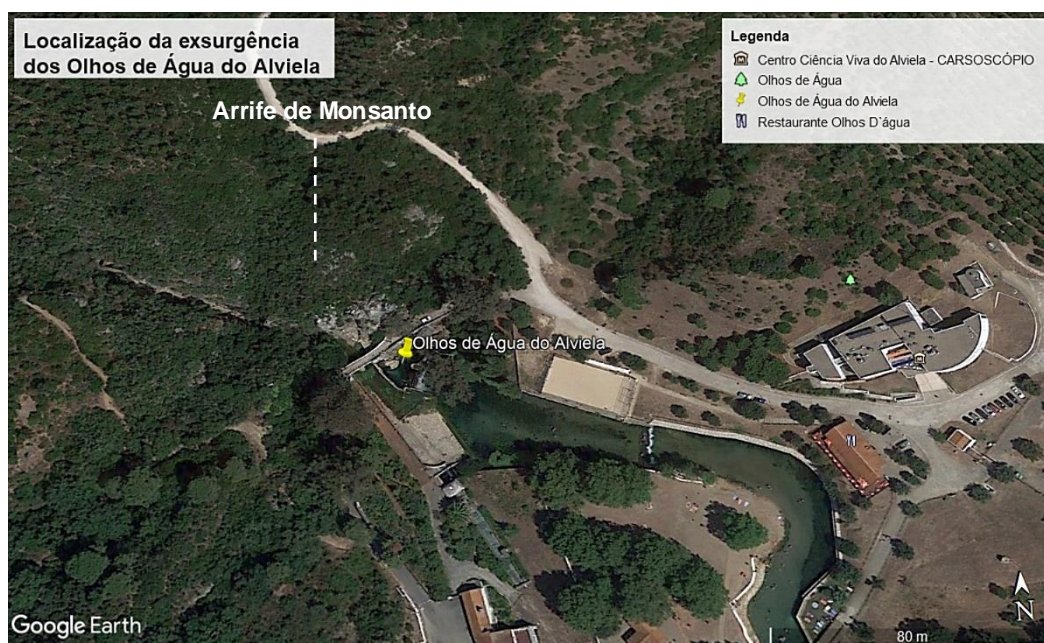


Figura 4.9 – Localização da nascente dos Olhos de Água do Alviela. Fonte: *Google Earth*

Esta nascente está inserida no percurso pedestre de Pequena Rota (PR1) dos Olhos de Água do Alviela, sendo a sua acessibilidade fácil e podendo ser feita a pé ou de bicicleta. A sua visibilidade é boa, não existindo qualquer obstáculo que impeça a sua observação. A única intervenção que a nascente sofreu foi a construção de acessos de apoio aos espeleólogos, não tendo, contudo, alterado as características da mesma.

No que respeita aos valores associados, este geossítio possui valor científico na medida em que tem a capacidade de transmitir a sua génese e processos envolvidos na sua evolução, e deste modo apresenta importância para a investigação científica e interesse educativo. Possui valor histórico-cultural já que, desde 1880, a nascente abastece a cidade de Lisboa através de um aqueduto com cerca de 120km de comprimento, tendo tido igualmente um grande impacto na localização de indústrias de curtumes, na sua utilização por pescadores e lavadeiras e no funcionamento de azenhas (<http://www2.icnf.pt>). Originário de uma lenda pagã, os olhos de água expressam as lágrimas de uma princesa que foi castigada pelo pai a viver eternamente nas grutas por não aceitar nenhum dos seus pretendentes (<http://www.cm-alcanena.pt>). Detém um valor estético elevado pois a montante da nascente é possível observar o imponente canhão fluvio-cársico da Ribeira dos Amiais (Figura 4.10) e outras exurgências, enquanto a jusante pode-se observar a praia fluvial e a gruta submersa. Quanto ao valor ecológico, sendo esta nascente uma gruta, as suas condições microclimáticas são propícias ao desenvolvimento de vegetação vascular e muscinal, assim como à presença de invertebrados cavernícolas, fauna aquática ou anfíbia (<http://www2.icnf.pt>).



Figura 4.10 – Vista do canhão fluvio-cársico da Ribeira dos Amiais



O geossítio apresenta alguma deterioração devido à erosão que tem vindo a sofrer ao longo do tempo, embora a sua vulnerabilidade quanto ao uso como local de interesse hidrogeológico seja baixa, pois a sua utilização está limitada aos investigadores e outros profissionais.

São muitas as potencialidades que o geossítio oferece tais como a prática de pedestrianismo e de espeleomergulho (Figura 4.11), orientação e interpretação do geopatrimónio, pois está inserido no percurso pedestre de Pequena Rota (PR1) dos Olhos de Água do Alviela e próximo do CARSOSCÓPIO, e ainda a ocorrência de eventos. Este geossítio proporciona a existência de uma praia fluvial (Figura 4.12), onde existem vários equipamentos de apoio (e.g. restaurante-bar, parque de merendas, parque de campismo, parque infantil) e onde se podem praticar várias atividades (canoagem, escalada, BTT, circuito de manutenção, campo de jogos).



Figura 4.11 – Exploração subaquática nos Olhos de Água do Alviela. Fonte: <https://www.spe.pt> [Acedido em junho de 2019]



Figura 4.12 – Praia fluvial do Alviela

Os processos naturais (erosão hídrica) são as principais ameaças à conservação do geossítio embora a sua proteção seja adequada ao mesmo. Apesar desta nascente fazer parte de um percurso pedestre, não existe nenhuma placa informativa com a descrição das características do geossítio.

#### 4.3. Gruta do Alviela

A exurgência da Gruta do Alviela (Figura 4.13) está integrada no Complexo das Nascentes do Alviela e encontra-se classificada como Sítio RAMSAR desde 2005 (<https://www.ramsar.org/>). Esta nascente situa-se na escarpa de falha do Arrife em contacto com rochas menos permeáveis do Jurássico, Cretácico e Terciário (Almeida *et al.*, 2000) e no limite do canhão flúvio-cársico dos Amiais, um vale muito cavado de vertentes estreitas e abruptas (Figura 4.14). Por se encontrar a um nível superior ao da nascente permanente, apenas expõe água quando existe precipitação muito elevada, ou seja, trata-se de uma exurgência temporária. Esta nascente comunica ainda com o coletor principal por um poço inundado.

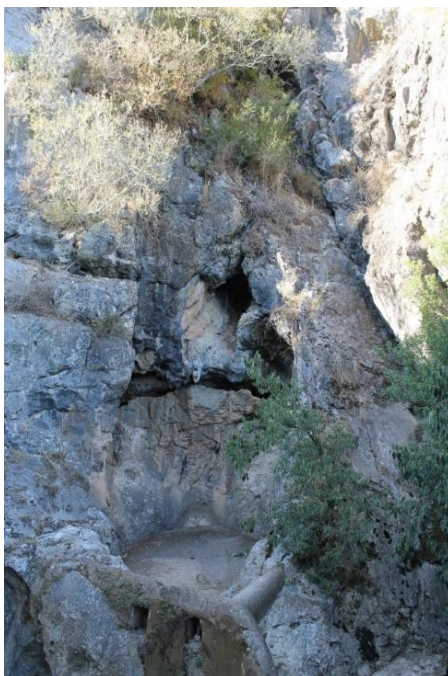


Figura 4.13 – Gruta do Alviela



Figura 4.14 – Localização da exsurgência da Gruta do Alviela. Fonte: *Google Earth*

A nascente da Gruta do Alviela está inserida no percurso pedestre de Pequena Rota (PR1) dos Olhos de Água do Alviela, sendo que a sua acessibilidade é boa, podendo ser feita a pé ou de bicicleta. A sua visibilidade é boa, não existindo nenhum obstáculo (e.g. vegetação) a impedir a sua observação.

Quanto aos valores associados, o geossítio apresenta valor científico dado que tem a capacidade de transmitir a sua génese e processos envolvidos na sua evolução, tendo importância para a investigação científica e interesse didático. Possui um valor estético elevado pois a nascente está inserida no mais impressionante fenómeno cársico, o canhão fluvio-cársico da Ribeira dos Amiais, situando-se a montante dos Olhos de Água do Alviela. No inverno a Gruta do Alviela transforma-se numa cascata (Figura 4.15). Quanto ao valor ecológico, sendo esta nascente uma gruta, as suas condições microclimáticas são singulares ao desenvolvimento de vegetação vascular e muscinal assim como à presença de invertebrados cavernícolas, fauna aquática ou anfíbia (<http://www2.icnf.pt>).





Figura 4.15 – Gruta do Alviela em atividade. Fonte: <http://www.flickr.com> [Acedido em junho de 2019]

O geossítio apresenta alguma deterioração devido à erosão hídrica e à instabilidade da vertente, apresentando já algumas fraturas. Já quanto à sua vulnerabilidade, esta é baixa devido ao facto de a sua visita estar limitada a atividades organizadas pelo Centro de Ciência Viva do Alviela ou pela Sociedade Portuguesa de Espeleologia e aos investigadores em parceria com o Centro de Ciência Viva do Alviela, a Câmara Municipal de Alcanena, o Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros, entre outros.

Por se encontrar próximo das restantes nascentes do Alviela, as potencialidades da Gruta do Alviela são as mesmas referidas para os Olhos de Água do Alviela.



Figura 4.16 – Exploração subaquática na Gruta do Alviela. Fonte: <https://www.spe.pt> [Acedido em junho de 2019]

As ameaças atuais e potenciais relacionam-se com o processo de erosão. Esta nascente faz parte de um percurso pedestre, mas não existe nenhuma placa informativa com a indicação da nascente ou com a descrição das características do geossítio.

#### 4.4. Olho de Mari'Paula

A exsurgência do Olho de Mari'Paula (Figura 4.17) está situada a 90m de altitude no arrife de Vila Moreira e no sistema de falhas relacionado com o acidente cavalgante dos arrifes (Figura 4.18). Esta é uma nascente temporária chegando a atingir um caudal máximo estimado de 200.000m<sup>3</sup>/dia em períodos de ponta (Thomas, 1985; Crispim, 1995) (Figura 4.19). Esta nascente recebe uma contribuição importante do *Polje* de Minde, sendo que, nos períodos em que a nascente permanece inativa, toda a drenagem se direciona para os Olhos de Água do Alviela (Almeida *et al.*, 2000).



Figura 4.17 – Exsurgência do Olho de Mari'Paula





Figura 4.18 – Localização da exsurgência do Olho de Mari'Paula. Fonte: *GoogleEarth*



Figura 4.19 – Olho de Mari'Paula em atividade. Fonte: <http://www.mediotejo.net> [Acedido em junho de 2019]

O geossítio está inserido no percurso pedestre de Pequena Rota (PR 11) “Rota de Santa Marta” (Figura 4.20), podendo este ser feito a pé ou através de outros meios de transporte (e.g. bicicleta, veículo todo-o-terreno) uma vez que a acessibilidade é boa. A sua visibilidade é boa, não existindo qualquer obstáculo visual relevante.



Figura 4.20 – Placa indicativa do geossítio inserido no percurso pedestre de Pequena Rota (PR11) “Rota de Santa Marta”

Em 2016 o geossítio sofreu uma intervenção total com o fim de ser reposta a morfologia original da nascente, através da reposição dos blocos calcários que haviam sido removidos da mesma, a desmatção da zona envolvente e a construção de uma estrutura em betão armado que permite aos espeleólogos e outros investigadores aceder à nascente (Figura 4.21-A, B e C). Esta foi uma intervenção necessária e adequada na medida em que anteriormente a Sociedade Portuguesa de Espeleologia abriu um acesso ao nível freático da nascente, tendo degradado o espaço envolvente e descaracterizado completamente a morfologia inicial.



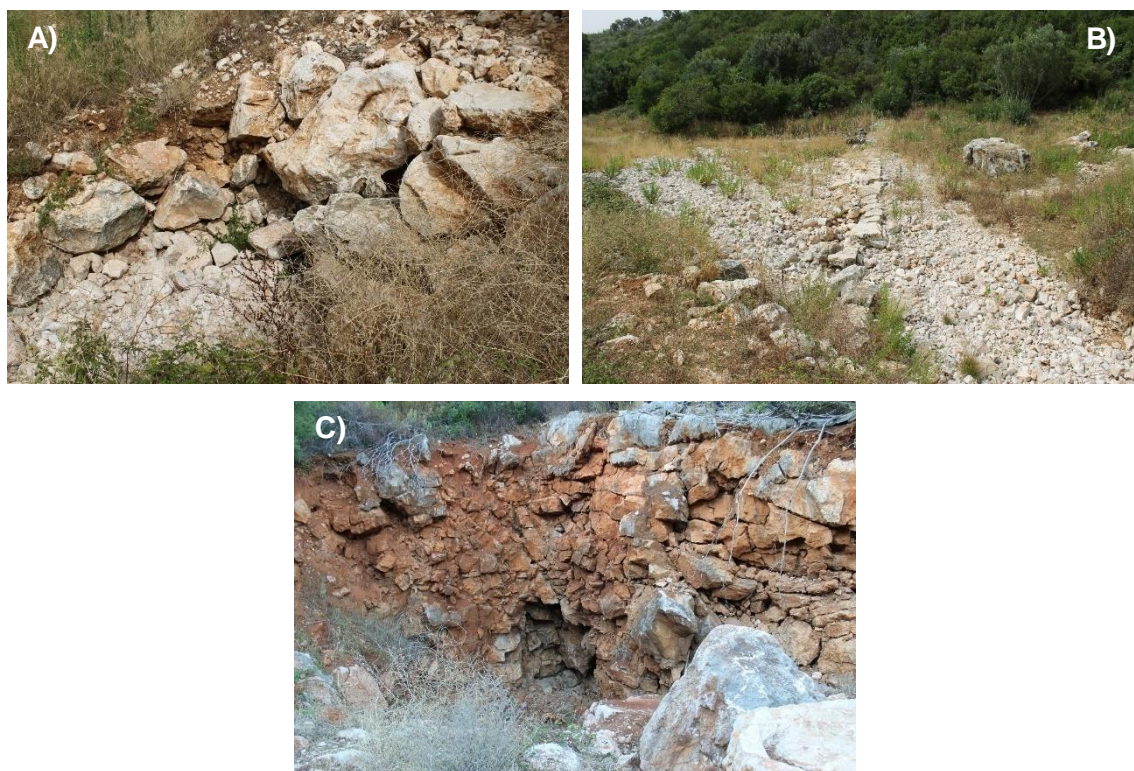


Figura 4.21 – A) Reposição da morfologia original. B) Área envolvente à nascente recuperada. C) Aspeto da nascente antes da sua intervenção

Relativamente aos valores associados a este geossítio, verificou-se que este detém valor científico dado que tem a capacidade de transmitir a sua génese e processos envolvidos na sua evolução, tendo ainda importância para a investigação científica e interesse didático. O geossítio tem um valor estético elevado, estando enquadrado pelo acidente tectónico (Arrife de Vila Moreira) que delimita o MCE da Bacia do Tejo (Figura 4.22) e ao longo do percurso pedestre ainda é possível observar não só o arrife como também a Costa de Minde, tornando este um dos melhores sítios para observar estes elementos geomorfológicos e geológicos com interesse (Figura 4.23). Quando a nascente entra em atividade, a singularidade da mesma torna-a ainda mais excecional, assim como à zona envolvente. Quanto ao valor ecológico, verifica-se a ocorrência de vegetação mediterrânea (Figura 4.24) com interesse para proteção dado ser habitat da Rede Natura 2000.



Figura 4.22 – Vista do arrife e da nascente



Figura 4.23 – Vista do arrife e da escarpa de falha (Costa de Minde)





Figura 4.24 – Vegetação mediterrânea na área envolvente da nascente

O geossítio apresenta alguma deterioração devido ao processo de erosão, tendo uma vulnerabilidade elevada em resultado da ação antrópica atual, pois o local apresenta potencialmente enorme exposição e suscetibilidade a alterações morfológicas significativas.

Como potencialidades de uso, refere-se a integração do geossítio no percurso pedestre de Pequena Rota (PR 11) “Rota de Santa Marta”, sendo possível a prática de pedestrianismo e BTT, a interpretação do geopatrimónio, a investigação científica e a espeleologia. As ameaças atuais e potenciais relacionam-se com a erosão e a degradação pela ação antrópica. A proteção ao geossítio é insuficiente, já que não existe qualquer placa informativa sobre o mesmo e consequentemente sobre a importância da sua preservação.

#### 4.5. Olho do Moinho da Fonte

A exurgência do Olho do Moinho da Fonte (Figura 4.25), também conhecida como a Gruta do Almonda, situa-se a 75m de altitude e localiza-se a sudoeste do *Polje* de Minde e na base da escarpa do Arrife do Almonda (Figura 4.26), estando em contacto com os calcários do Jurássico Médio e os calcários margosos do Jurássico Superior e as formações menos permeáveis da Bacia

do Tejo (Luís & Arriegas, 2015). A gruta estende-se por cerca de 15km e representa a mais extensa rede cársica de Portugal (<https://turismo.mediotejo.pt>). Os caudais desta exsurgência perene variam em média entre 20.000m<sup>3</sup>/dia e 1.000.000m<sup>3</sup>/dia, chegando a atingir um caudal de cheia de 45.000.000m<sup>3</sup>/dia (Leal, 2014). A área de alimentação provém do Planalto de S. Mamede, da Serra de Aire, de Moitas Vendas e do setor sudeste do *Polje* de Minde (Luís & Arriegas, 2015). Em conjunto com as nascentes do Alviela, esta exsurgência encontra-se também classificada como Sítio RAMSAR desde 2005 (<https://www.ramsar.org/>).



Figura 4.25 – Olho do Moinho da Fonte



Figura 4.26 – Localização da nascente do Olho do Moinho da Fonte. Fonte: Google Earth



A acessibilidade ao geossítio é fácil e pode ser feita a pé por um percurso de terra batida. A sua visibilidade é boa, não existindo qualquer obstáculo a impedir a sua observação. Embora a nascente esteja submersa, é do conhecimento geral que a mesma consiste numa gruta, conhecida pelo nome de Gruta do Almonda. A única intervenção antrópica que a nascente sofreu foi em 1939 aquando da instalação da Fábrica de Papel do Almonda (Fábrica da RENOVA), em que foi construída uma represa para o abastecimento da fábrica (Figura 4.27). Esta intervenção foi parcial e relativamente adequada por não ter descaracterizado significativamente a nascente, já que esta ficou somente inundada.



Figura 4.27 – Represa que serve para abastecer a fábrica da RENOVA

Quanto aos valores associados a este geossítio pode-se referir o valor científico na medida em que é um bom exemplo para a compreensão do funcionamento da rede hidrográfica subterrânea assim como a génese e processos envolvidos na sua evolução, tendo importância para a investigação científica e interesse didático. Possui valor histórico-cultural uma vez que a gruta está classificada como Imóvel de Interesse Público desde 1993 por integrar um vasto conjunto de galerias subterrâneas, tanto fósseis como outras ainda em atividade e que contêm vestígios arqueológicos do Paleolítico inferior, Neolítico, Idade do Bronze, Idade do Ferro, Idade Romana e Idade Moderna, e

por ser a única estratigrafia ininterrupta do Neolítico conhecida até agora em Portugal (<http://www.patrimoniocultural.gov.pt>). São, ainda muito importantes as pinturas rupestres na Lapa do Coelho, que faz parte do complexo de grutas (Martins, 2011).

Em 1939 a Fábrica da Renova instalou-se junto da nascente, utilizando-a para o abastecimento da fábrica, a qual continua a operar até aos dias de hoje (Figura 4.28). Esta nascente permitiu a instalação de moinhos de água e a produção de eletricidade através de uma central hidroelétrica. Detém um valor estético médio pois, por um lado, está bem enquadrado pelo imponente Arrife do Almonda que delimita o MCE da Bacia do Tejo (Figura 4.29), sendo um dos melhores locais para observar os respetivos elementos geomorfológicos e geológicos; mas, por outro lado, a presença da Fábrica da Renova retira parte da beleza original (Figura 4.30). No que toca ao valor ecológico, verifica-se a presença de diversas espécies ripícolas, tais como, choupos (*Populus spp.*), agrião (*Rorippa nasturtium-aquaticum*), avenca (*Adiantum capillus-veneris*) entre outras e diversas espécies de briófitos (Figura 4.31-A, B e C), de macroinvertebrados (moluscos gastrópodes) (Figura 4.32) e abrigos de morcegos com importância nacional de cerca de 150 indivíduos de 6 espécies diferentes e seres invertebrados (Palmeirim & Rodrigues, 1992). Uma parte substancial desta biodiversidade apresenta estatuto de proteção e, portanto, interesse para a proteção e conservação.



Figura 4. 28– Fábrica da RENOVA



Figura 4.29 – Vista do Arrife do Almonda



Figura 4.30 – Vista panorâmica do arrife com a Fábrica da RENOV





Figura 4.31 – A) Choupos (*Populus* spp.). B) Avenca (*Adiantum capillus-veneris*). C) Agrião selvagem (*Rorippa nasturtium-aquaticum*)



Figura 4.32 – Presença de moluscos gastrópodes

O geossítio apresenta alguma deterioração devido ao processo de erosão, mas ainda assim os elementos geomorfológicos e geológicos encontram-se bem preservados. Por sua vez, a vulnerabilidade é nula quanto ao uso como local de interesse hidrogeológico cársico, estando o acesso à nascente interdito aos turistas por razões de segurança e acessível só a investigadores.

Como potencialidades de uso, a presença do Centro de Interpretação Subterrânea da Gruta do Almonda (Figura 4.33) permite a realização de programas orientados para o turismo ecológico e cultural (preparação da visita à gruta com introdução à espeleologia, técnicas de progressão e uso de equipamento e mergulho subterrâneo), tendo igualmente um espaço museológico interpretativo, auditório e alojamento. Também a espeleologia, o espeleomergulho (Figura 4.34), a investigação científica, prática de pesca desportiva, educação ambiental, interpretação do geopatrimónio e o abastecimento de água são outras das potencialidades que o geossítio proporciona.



Figura 4.33 – Centro de Interpretação Subterrânea da Gruta do Almonda. Fonte: ICNF



Figura 4.34 – Exploração subaquática à Gruta do Almonda. Fonte: <https://turismo.mediotejo.pt> [Acedido em junho de 2019]

As ameaças atuais e potenciais ao geossítio relacionam-se com a erosão. A proteção ao geossítio é adequada embora seja necessária sinalética com informação sobre o geossítio e sobre a importância de preservar o património hidrogeológico.

Em 2019 foi aprovado o projeto para a criação da Rota do Almonda, com a implementação de um percurso complementar à Grande Rota do Carso e que terá início no Centro de Interpretação da Gruta do Almonda até ao Paúl do Boquilobo. Este projeto prevê nova sinalética, equipamentos e estruturas de informação, instalação de duas estações automáticas de monitorização do caudal e qualidade de água e a elaboração de projeto expositivo e interpretativo para o Centro de Interpretação da Reserva do Boquilobo, entre outros (<https://www.rederegional.com>).

#### 4.6. Olho de Água de Alcobertas

A exurgência do Olho de Água de Alcobertas (Figura 4.35) localiza-se a Este da Serra dos Candeeiros (Figura 4.36), em rochas menos permeáveis do Jurássico Superior (Almeida *et al.*, 2000). Esta nascente ocorre numa gruta com cerca de 130m de galeria inundada, retilínea e horizontal, tendo sido alvo de exploração através de espeleomergulho no final da década de 1980 (<http://www.natural.pt>). A área de alimentação provém do Planalto de Sto. António, chegando esta nascente a debitar 100.000m<sup>3</sup>/dia (<http://www2.icnf.pt>).





Figura 4.35 – Exurgência do Olho de Água de Alcobertas



Figura 4.36 – Localização da exurgência do Olho de Água de Alcobertas. Fonte: *Google Earth*

O geossítio está inserido no percurso pedestre de Pequena Rota (PR2) “Chãos/Alcobertas”, sendo a sua acessibilidade fácil e podendo ser feita de carro, a pé ou de bicicleta. A sua visibilidade é boa, não existindo qualquer obstáculo a impedir a observação. A única intervenção que sofreu no passado foi a construção de um muro parcial e de escadas de acesso à nascente, não tendo descaracterizado significativamente a mesma. Em 2018 a nascente sofreu uma requalificação com o melhoramento do canal de água e de toda a

zona envolvente, com o reordenamento das mesas de merendas, a colocação de um piso em pedra (o anterior estava muito degradado) e a substituição das árvores de sombra (<http://www.regiaoderiomaior.pt>) (Figura 4.37-A e B).



Figura 4.37 – A) Antes da requalificação. B) Após a requalificação

Como valores associados ao geossítio podemos citar o valor científico dado que este tem a capacidade de transmitir a sua génese e processos envolvidos na sua evolução, tendo por isso importância para a investigação científica e interesse didático. Tem um importante valor histórico-cultural na medida em que ainda se mantêm até à atualidade alguns usos, como sejam, o abastecimento de água às populações, através de levadas (Figura 4.38) e aquedutos (Figura 4.39), utilização de azenhas e a prática da demolha de tremoços (Figura 4.40). O valor estético elevado deve-se a vários fatores: vista panorâmica da Serra dos Candeeiros, remodelação recentemente do espaço, com colocação de diversas espécies arbustivas e a presença de água durante o ano inteiro (Figura 4.41). Quanto ao valor ecológico, verifica-se a presença de diversas espécies ripícolas (e.g. agrião selvagem (*Rorippa nasturtium-aquaticum*), salgueiros, (*Salix* spp.) choupos (*Populus* spp.), entre outros e



macroinvertebrados (moluscos gastrópodes) (Figura 4.42-A, B, C e D), alguns dos quais com estatuto de proteção e, portanto, interesse para proteção e conservação.



Figura 4.39 – Aqueduto



Figura 4.38 – Levadas

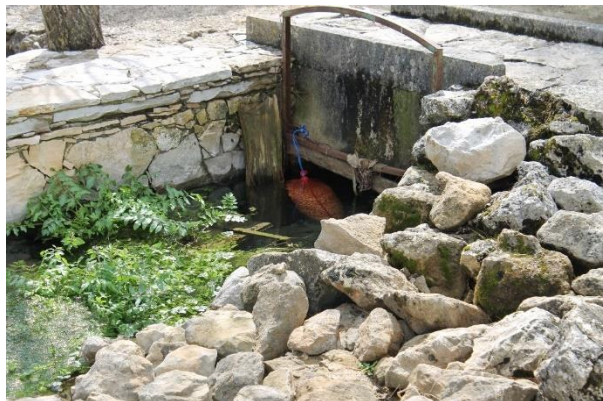


Figura 4.40 – Demolha de tremoços





Figura 4.41 – Vista panorâmica da Serra do Candeeiros



Figura 4.42 – A) Agrião selvagem (*Rorippa nasturtium-aquaticum*). B) Cogumelos. C) Choupos (*Populus* spp.). D) Moluscos gastrópodes

O geossítio apresenta alguma deterioração devido ao processo de erosão, mas, ainda assim, apresenta elementos geomorfológicos e geológicos de interesse para preservação e conservação. A sua vulnerabilidade é média quanto ao uso como local de interesse hidrogeológico, pois os elementos geomorfológicos e outros podem ser deteriorados.

Como potencialidades de uso, estando o geossítio integrado no percurso pedestre de Pequena Rota (PR2) “Chãos/Alcobertas”, é possível a prática de pedestrianismo e BTT, a interpretação do geopatrimónio, a investigação científica e espeleologia, abastecimento de água às populações e a atividades de lazer pela localização de um parque de merendas. As ameaças atuais e potenciais estão relacionadas com o processo de erosão.

#### 4.7. Bocas de Rio Maior

O geossítio das Bocas de Rio Maior (Figura 4.43) localiza-se no setor sul da Serra dos Candeeiros entre as camadas do Jurássico Superior e do Miocénico e no setor sul da falha de Rio Maior-Porto de Mós-Batalha. A designação de “Bocas” é dada ao conjunto de exsurgências temporárias (Figura 4.44-A, B, C, D e E) que formam o Rio Maior. Estas estão situadas no fundo de uma estreita garganta de um vale cujas vertentes alcantiladas têm entre 50 a 80m de altura. A sua área de alimentação provém da Serra dos Candeeiros, podendo as nascentes debitar um caudal elevado durante o período de ponta, mas de curta duração (Almeida *et al.*, 2000). Perto das nascentes, encontra-se o Buraco da Moura (Figura 4.45-A e B), uma falha na zona oeste da Serra dos Candeeiros onde é possível observar em vários pontos a água que alimenta as “Bocas” e onde os espeleólogos realizam as suas explorações subaquáticas. Em 2016 foram descobertas mais de 150m de novas galerias subterrâneas (<https://aesda.org>).





Figura 4.43 – Localização das Bocas de Rio Maior. Fonte: *GoogleEarth*

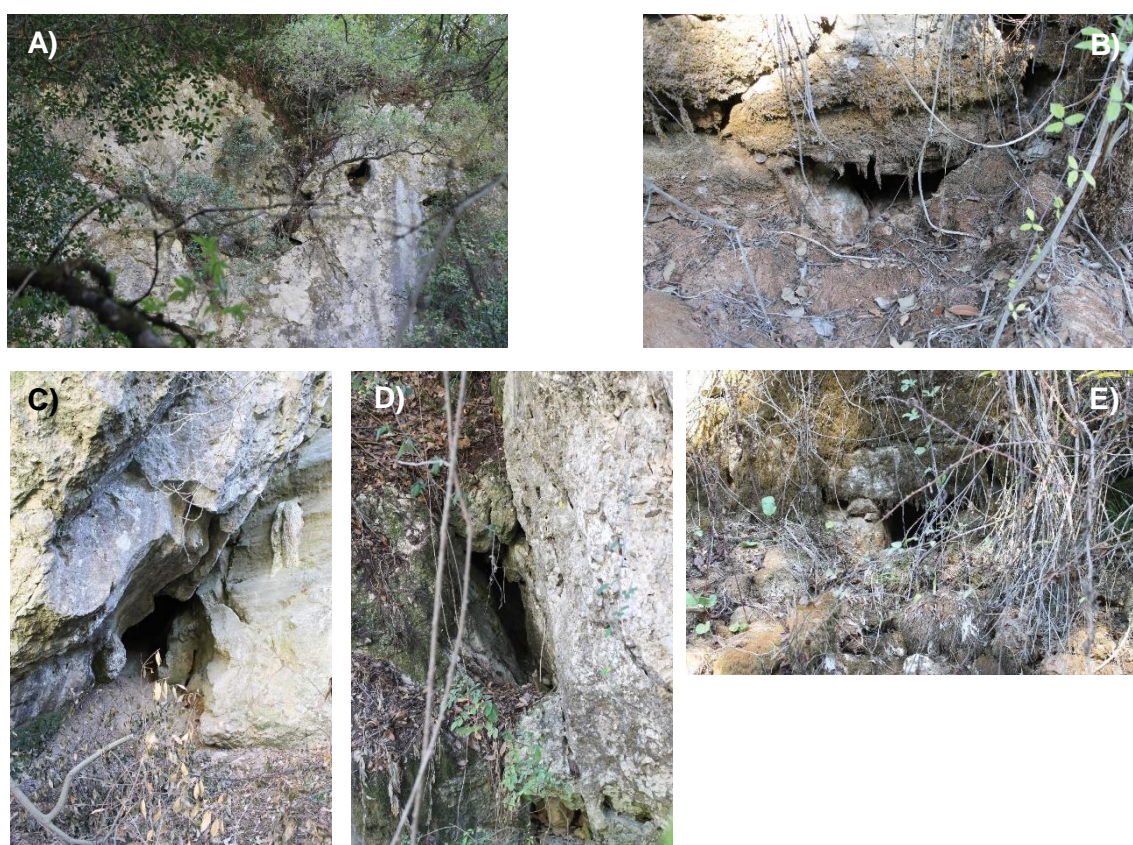


Figura 4.44 – A), B), C) D) e E) Exsurgências do Rio Maior



Figura 4.45 – A) e B) Buraco da Moura. Fonte: <http://rio-maior-cidadania.blogspot.com> [Acedido em novembro de 2018]

A acessibilidade até às nascentes é feita a pé. O percurso tem um grau de dificuldade moderado na medida que é necessário atravessar o curso do rio, sendo este irregular e com a presença de musgo. Desta forma é frequente a impossibilidade de visitar o sítio quando o rio apresenta caudal significativo (sobretudo durante o inverno). A sua visibilidade é moderada pois algumas das exsurgências estão cobertas pela vegetação, o que as torna impercetíveis.

Como valores associados, o geossítio detém valor científico dado que tem a capacidade de transmitir a sua génese e processos envolvidos na sua evolução, tendo por isso importância para a investigação científica e interesse didático. Relativamente ao valor histórico-cultural, este tem grande importância pois todos os anos se realiza na 2ª feira de pascoela o Dia do Bom Verão, uma tradicional romaria onde se reúnem famílias com merendas e onde tocam os agrupamentos musicais de Rio Maior (<http://memoriasderiomaior.blogs.sapo.pt/>); existem várias jazidas arqueológicas perto das Bocas, como o Abrigo Grande das Bocas (situa-se a uma cota de cerca de 80m no extremo sul da Serra dos Candeeiros) (Figura 4.46) onde foram encontrados vestígios da ocupação humana na transição do Plistocénico para o Holocénico até à Idade Média (Figura 4.47). Na Buraca da Moura também foram encontrados vestígios arqueológicos e nas Grutas da Senhora da Luz (Figura 4.48-A e B) foram encontrados vestígios do período Neolítico até à ocupação romana (Figura 4.49). De referir que os romanos se instalaram perto das nascentes, como o



demonstra a *Villa Romana* (Figura 4.50) em Rio Maior, estando classificada como Sítio de Interesse Público desde 2014 (<http://www.patrimoniocultural.gov.pt>). Adicionalmente, a presença de azenhas, aquedutos e de uma central hidroelétrica demonstram a importância destas nascentes para a localização da população na região. Detém um valor estético médio pois as nascentes estão no curso do rio, com a presença contígua da estrada nacional (imediatamente ao lado) (Figura 4.51). Quanto ao valor ecológico, há a presença de espécies ripícolas (e.g. choupos (*Populus* spp.) e salgueiros (*Salix* spp.), entre outros).



Figura 4.46 – Abrigo Grande das Bocas. Fonte: <http://rio-maior-cidadania.blogspot.com> [Acedido em novembro de 2018]



Figura 4.47 – Vestígios de vaso cerâmico encontrado no Abrigo Grande das Bocas. Fonte: <https://www.researchgate.net> [Acedido em novembro de 2018]



Figura 4.48 – A) e B) Grutas da Senhora da Luz. Fonte: <http://rio-maior-cidadania.blogspot.com>



Figura 4.49 – Vestígio arqueológico encontrado nas Grutas da Senhora da Luz. Fonte: <http://rio-maior-cidadania.blogspot.com>



Figura 4.50 – Mosaicos descobertos na *Villa Romana*. Fonte: <http://www.turismoriomaior.pt>



Figura 4. 51– Vista do curso do Rio Maior

O geossítio encontra-se bem conservado, não apresentando indícios de degradação, possivelmente por ser quase do desconhecimento do público e não existir qualquer indicação da existência destas nascentes. Consideramos, também, que não é vulnerável ao uso como local de interesse hidrogeológico.

Como potencialidades de uso, este geossítio é propício para a investigação científica e educação ambiental, interpretação do geopatrimónio e para a prática de pedestrianismo, embora este último esteja sempre condicionado pela sazonalidade.

As ameaças atuais e potenciais prendem-se com a erosão hídrica.

Por último, deveria ser colocada sinalética com informação para a existência destas nascentes e para a importância de preservar o património hidrogeológico a elas associado.

#### 4.8. Olho de Água da Ribeira de Cima

O Olho de Água da Ribeira de Cima (Figura 4.52) é uma exsurgência perene. Situa-se no bordo norte do Planalto de Sto. António e a Este da Serra dos Candeeiros (Figura 4.53) e encontra-se em contacto com as camadas do Jurássico Médio. A sua área de alimentação provém de uma pequena área do



Planalto de Sto. António e da depressão cársica de Chão das Pias, registando valores de descarga entre 60.000.000 e 70.000.000m<sup>3</sup>/dia (Almeida *et al.*, 2000).



Figura 4.52 – Olho de Água da Ribeira de Cima



Figura 4.53 – Localização da nascente do Olho de Água da Ribeira de Cima. Fonte: *Google Earth*

A acessibilidade ao geossítio pode ser feito a pé, de carro ou de bicicleta. A sua visibilidade é boa, não existindo qualquer obstáculo à

observação. Devido ao facto de esta exsurgência ter sofrido uma intervenção inadequada, (tendo sido transformada numa pequena casa de alvenaria que cobre a exsurgência) através do programa LEADERII/ADAE, torna-se impossível perceber o aspeto da nascente (Figura 4.54).



Figura 4. 54– Descaracterização da nascente

Quanto aos valores associados, este geossítio apresenta um reduzido valor científico e/ou didático por não serem evidentes e/ou visíveis os processos envolvidos na sua génese e evolução pois as intervenções antrópicas descaracterizaram o local. Possui valor histórico-cultural na medida em que segundo a lenda, ambos os rios Lena e Lis são fruto das lágrimas de duas mouras e a existência de uma antiga piscina fluvial junto à nascente fora de uso desde a década de 1980 (<http://preguicamagazine.com>) (Figura 4.55). Quanto ao valor ecológico, verifica-se a presença de espécies ripícolas (e.g. avenca (*Adiantum capillus-veneris*), choupos (*Populus* spp.), vime (*Salix viminalis*), *Salix* spp., entre outras) (Figura 4.56-A e B), figueiras, macroinvertebrados (moluscos gastrópodes) (Figura 4.57), alguns dos quais com interesse para proteção.





Figura 4.55 – Antiga piscina fluvial



Figura 4.56 – A) Avenca (*Adiantum capillus-veneris*). B) Choupos (*Populus* spp.)



Figura 4.57 – Moluscos gastrópodes

O geossítio apresenta-se fortemente deteriorado e não mantém as características originais devido à intervenção que sofreu. A sua vulnerabilidade é média pois os elementos geomorfológicos e outros podem ser deteriorados.

Como potencialidades de uso, é possível a prática de pedestrianismo e BTT, bem como o abastecimento de água.

Esta nascente tem como ameaças atuais e potenciais a ação humana, sendo que a sua proteção (na atualidade) é inadequada. Seria necessário que houvesse mais informação para a importância de preservar o património hidrogeológico.

#### 4.9. Pego

A exurgência do Pego integra o conjunto de nascentes do Lis (Figura 4.58) e consiste numa exurgência perene (Figura 4.59). Esta nascente está situada entre as camadas do Jurássico Médio e Superior e próximo da falha do Reguengo do Fetal, a oeste da Plataforma de Fátima. A sua área de alimentação provém do Planalto de S. Mamede.





Figura 4.58 – Localização da exsurgência do Pego. Fonte: *Google Earth*



Figura 4.59 – Exsurgência do Pego

O geossítio está inserido no percurso pedestre de Pequena Rota (PR4) “Nascente do Lis”, sendo a sua acessibilidade fácil, podendo ser feita a pé ou de bicicleta. Contudo, esta nascente está inserida em terrenos agrícolas privados, podendo ser necessário autorização. A sua visibilidade é moderada, não sendo muito perceptível à primeira vista a localização precisa da nascente por estar coberta com alguma vegetação. O geossítio sofreu intervenção

antrópica com a construção de um muro com rede que delimita a piscina natural, não tendo, contudo, descaracterizado a nascente (Figura 4.60).



Figura 4.60 – Muro construído sob a nascente

Quanto aos valores associados, este geossítio, detém valor científico dado que possui elementos relevantes na explicação da sua génese e dos processos envolvidos na sua evolução, tendo assim importância para a investigação científica. Possui valor histórico-cultural pela mesma razão indicada para o Olho de Água da Ribeira de Cima, e a nascente é importante para o abastecimento das populações e para a agricultura (Figura 4.61). A presença de uma piscina natural (Figura 4.62), a qualidade da fauna e flora e o enquadramento pela Plataforma de Fátima e pela Falha do Reguengo do Fetal (Figura 4.63), tornam o geossítio e respetiva área envolvente num “pequeno oásis”, detendo, portanto, um valor estético médio. O valor ecológico é atestado pela presença de espécies ripícolas (e.g. agrião (*Rorippa nasturtium-aquaticum*), Choupos (*Populus* spp), vime (*Salix viminalis*) e salgueiros (*Salix* spp.), entre outros) (Figura 4.64-A, B e C), mas também pela presença de fauna (e.g. macroinvertebrados (moluscos gastrópodes), peixes, cágados) (Figura 4.65-A, B e C), alguns dos quais importantes para proteção e conservação.





Figura 4.61 – Abastecimento de água



Figura 4.62 – Piscina fluvial



Figura 4.63 – Vista da Plataforma de Fátima e da Falha do Reguengo do Fetal





Figura 4.64 – A) Vime (*Salix viminalis* L.). B) Agrião selvagem (*Rorippa nasturtium-aquaticum*). C) Salgueiro (*Salix* spp.)

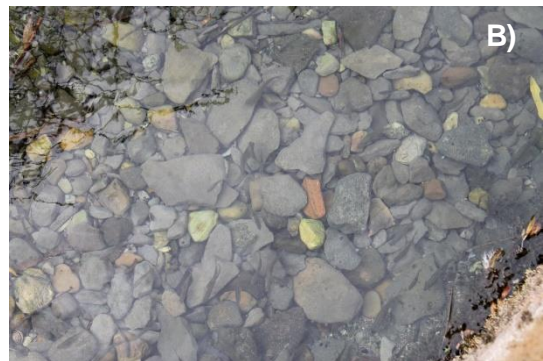


Figura 4.65 – A) Cágados. B) Peixes. C) Moluscos gastrópodes



Embora o geossítio apresente alguma deterioração, consegue ainda assim preservar elementos geomorfológicos e geológicos relevantes principalmente do ponto de vista do património hidrogeológico. Por sua vez a vulnerabilidade é baixa quanto ao uso como local de interesse hidrogeológico, por não ser do total conhecimento dos turistas e por se encontrar protegido através de vedação.

As potencialidades que o geossítio apresenta consistem na investigação científica, prática de mergulho, interpretação do geopatrimónio, prática de pedestrianismo e BTT, para além do abastecimento de água para a agricultura.

A proteção ao geossítio é adequada embora fosse necessária informação no local para a importância de preservar o património hidrogeológico.

#### 4.10. Grotas

A exurgência temporária da Grotas integra o conjunto de nascentes do Lis (Figura 4.66), estando localizada a 90m de altitude e situada nas camadas do Jurássico Superior, e próxima da falha do Reguengo do Fetal e a oeste da Plataforma de Fátima e do Planalto de S. Mamede (Figura 4.67).

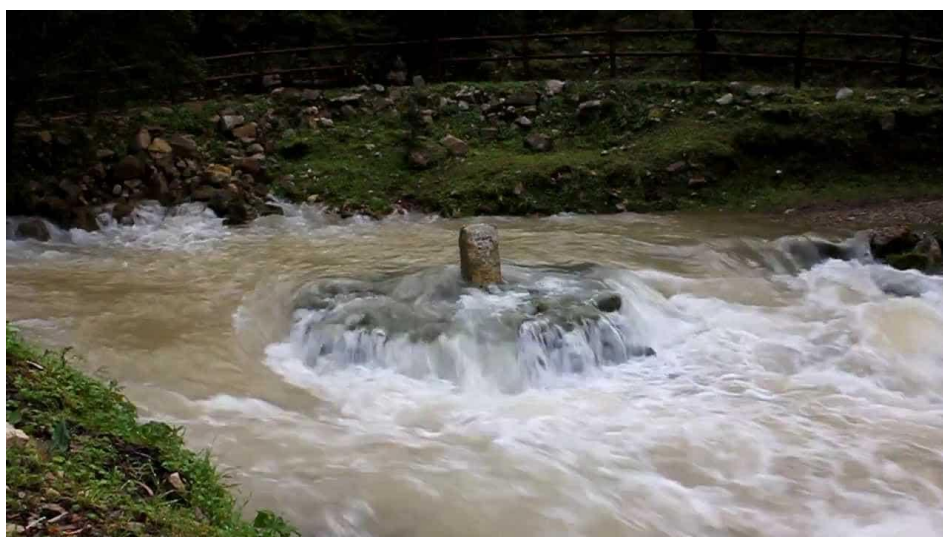


Figura 4.66 – Grotas. Fonte: <https://www.lisotel.com> [Acedido em junho de 2019]



Figura 4.67 – Localização da exsurgência da Grotta. Fonte: *Google Earth*

O geossítio está inserido no percurso pedestre de Pequena Rota (PR4) “Nascente do Lis”, sendo a sua acessibilidade fácil, podendo ser feito a pé ou de BTT. A sua visibilidade é boa, não existindo qualquer obstáculo à sua observação. Em 2011, a nascente e a área envolvente sofreram uma intervenção ao abrigo do Programa POLIS (Requalificação das margens da Nascente do Rio Lis), com o melhoramento dos acessos à nascente e identificação da mesma e a cobertura do poço onde se situa a exsurgência (Figura 4.68-A, B, C e D). Esta foi uma intervenção com o intuito de facilitar a visita à nascente e área envolvente e a criação de um percurso pedestre. Esta intervenção, embora não tendo degradado a nascente, descaracterizou a sua morfologia original.



Figura 4.68 – A) e B) Antes da intervenção. Fonte: <https://bttcarreirinhos.blogspot.com> [Acedido em novembro de 2018]; <http://nascentedoriolis.blogspot.com/> [Acedido em novembro de 2018].  
C) e D) Após a intervenção

Como valores associados ao geossítio referem-se os seguintes: detém valor científico dado que tem a capacidade de transmitir a sua génese e processos envolvidos na sua evolução. Por esta razão apresenta importância para a investigação científica e interesse didático. O seu valor histórico-cultural é representado pela existência de uma lenda e pela importância desta nascente para o abastecimento das populações através da presença de levadas (Figura 4.69) e azenhas. Tem um valor estético importante pois tem vista panorâmica do Planalto de S. Mamede (Figura 4.70) e durante o inverno a capacidade e competência do rio podem ser temporariamente elevadas levando mesmo à formação de “rápidos” (Figura 4.71). Quanto ao valor ecológico, existem várias espécies ripícolas (nomeadamente salgueiros) para além de figueiras (Figura 4.72) e outras espécies mediterrânicas com valor para conservação (Figura 4.73).





Figura 4.69 – Presença de levadas



Figura 4.70 – Vista panorâmica do Planalto de S. Mamede



Figura 4.71 – Vista do curso do rio Lis. Fonte: <http://coresdeleiria.blogspot.com> [Acedido em novembro de 2018]



Figura 4.72 – Presença de figueiras



Figura 4.73 – Presença de aderno (*Rhamnus alaternus*), silva (*Rubus ulmifolius*), gilbardeira (*Ruscus aculeatus*)



O geossítio apresenta-se ligeiramente deteriorado, mas ainda assim consegue preservar elementos geomorfológicos e geológicos com interesse do ponto de vista do geopatrímónio e nomeadamente do património hidrogeológico. Apresenta-se, também, muito vulnerável quanto ao uso pois este geossítio é muito visitado e os turistas não têm conhecimento suficiente sobre a importância do mesmo. Neste caso exige-se um plano de gestão do local e o ordenamento do espaço de forma a contribuir para a sua eficaz proteção e simultaneamente continuar a ser usado do ponto de vista do geoturismo.

Como potencialidades são de referir a prática de pedestrianismo, de BTT, passeios a cavalo, o abastecimento de água para as populações, educação ambiental, interpretação do geopatrímónio e atividades de lazer pela localização de um parque de merendas.

As ameaças atuais e potenciais ao geossítio prendem-se com a ação humana, e sendo a sua proteção insuficiente, torna-se necessário sinalética com informação para a importância de preservar o património hidrogeológico.

#### 4.11. Fonte da Capela

A exsurgência perene da Fonte da Capela integra o conjunto de nascentes do Lis (Figura 4.74). O seu enquadramento geológico e hidrológico é igual ao da Grotá.

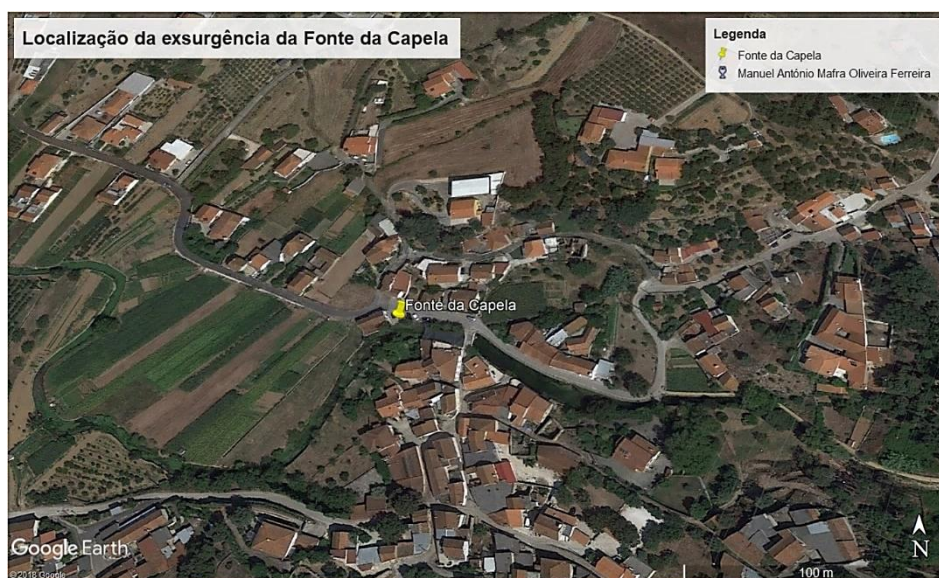


Figura 4.74 – Localização da exsurgência da Fonte da Capela. Fonte: Google Earth



A acessibilidade ao geossítio é fácil e pode ser feita de carro, BTT ou a pé. A sua visibilidade é boa por não existir nenhum obstáculo à sua observação. A nascente teve uma intervenção total e inadequada, originando uma fonte (Figura 4.75) que tem como finalidade a rega dos campos agrícolas.



Figura 4.75 – Fonte da Capela

Como valores associados, o geossítio detém valor científico, dado que permite transmitir a sua génese e os processos envolvidos na sua evolução, mas com pouco interesse didático. Possui valor histórico-cultural por deter, em conjunto com as nascentes do Pego e Grotta, uma lenda e uma importância para a rega dos campos agrícolas. Detém um valor estético médio na medida em que tem vista panorâmica para o Planalto de S. Mamede (Figura 4.76) e pela presença de fauna e flora interessante. Quanto ao valor ecológico, verifica-se a presença de fauna (e.g. patos, peixes, macroinvertebrados (moluscos gastrópodes)) (Figura 4.77-A, B e C) e de espécies ripícolas (e.g. salgueiros (*Salix* spp), choupos (*Populus* spp.), briófitos, etc.) (Figura 4.78).



Figura 4.76 – Vista do Planalto de S. Mamede



Figura 4.77 – A) Patos. B) Verifica-se a presença de peixes, os quais, em geral apresentam grande importância para a proteção e conservação. C) Moluscos gastrópodes também importantes do ponto de vista da conservação



Figura 4.78 – Salgueiros (*Salix* spp.)

O geossítio apresenta uma forte deterioração devido à intervenção que sofreu, a qual se manifestou numa alteração do aspeto original da nascente. Detém uma vulnerabilidade baixa pois é utilizado para a rega dos campos agrícolas.

Como potencialidades de uso são de referir a interpretação ao geopatrimónio, o abastecimento de água, prática de pedestrianismo e BTT e pesca desportiva.

A proteção ao geossítio é adequada embora seja necessário a presença de informação sobre a importância de preservar o património hidrogeológico.

#### 4.12. Olho da Mãe d'Água

A exurgência do Olho da Mãe d'Água (Figura 4.79) está integrada no conjunto de nascentes do Alcoa e situa-se no bordo oeste da Serra dos Candeeiros, já na Plataforma de Aljubarrota (Figura 4.80), perto do contacto entre os calcários e calcários margosos das Camadas de Montejunto, com as fáceis mais margosas das Camadas de Alcobaça (Almeida *et al.*, 2000). Esta nascente perene é a única que detém características especiais, com uma temperatura de água mais elevada e maiores concentrações em sulfatos,



cloretos, cálcio e sódio (Almeida *et al.*, 2000). A sua área de alimentação provém da Serra dos Candeeiros (Almeida *et al.*, 2000).



Figura 4.79 – Olho da Mãe d'Água



Figura 4.80 – Localização da exsurgência do Olho da Mãe d'Água. Fonte: *Google Earth*



A acessibilidade ao geossítio é fácil, podendo ser feita a pé. A sua visibilidade é boa por não existir qualquer obstáculo à sua observação. A nascente sofreu uma intervenção através de uma estrutura que destruiu por completo as características do geossítio (Figura 4.81).



Figura 4.81 – Intervenção inadequada

Relativamente aos valores associados, o geossítio não apresenta valor científico significativo por não conseguir transmitir a sua génese e os processos envolvidos na sua evolução, e deste modo um reduzido interesse para a investigação científica e/ou interesse didático. Possui valor histórico-cultural o qual se manifesta nos seguintes aspetos: i) segundo a lenda, tanto o Baça como o Alcoa choraram tanto que formaram dois rios e juntaram-se, dando origem ao nome da cidade de Alcobaça (<http://porcaminhosdecister.blogspot.pt>); ii) as azenhas que se encontram junto da nascente têm mais de 100 anos e serviam para moer o trigo e o milho e produziram ainda eletricidade ([www.regiaodecister.pt/](http://www.regiaodecister.pt/)) (Figura 4.82); iii) os monges da Ordem de Cister captavam a água do Alcoa e transportavam-na diretamente para a cozinha do Mosteiro de Santa Maria de Alcobaça ([www.regiaodecister.pt/](http://www.regiaodecister.pt/)); iv) todos os anos celebra-se a quinta-feira de Ascensão (Festa da Espiga) com a apanha da espiga e um piquenique. Detém um valor estético baixo por não apresentar qualquer singularidade visual e por se encontrar degradada e descaracterizada.

Possui valor ecológico com a presença de diversas espécies importantes (e.g. avenca (*Adiantum capillus-veneris*), algas, moluscos gastrópodes, etc.) (Figura 4.83-A e B).



Figura 4.82 – Azenhas



Figura 4.83 – A) Presença de moluscos gastrópodes. B) Avenca (*Adiantum capillus-veneris*)



O geossítio apresenta-se fortemente deteriorado pela intervenção que sofreu a qual descaracterizou completamente a nascente. Por outro lado, não é vulnerável ao uso como local de interesse hidrogeológico por passar despercebido aos turistas.

Como potencialidade de uso são de referir a ocorrência de eventos promovidos pela Associação Azenhas de Chiqueda como a “caça ao tesouro”, noites de fado e desfile de chita ([www.regiaodecister.pt](http://www.regiaodecister.pt)).

A proteção ao geossítio é moderada sendo necessário sinalética com informação relativa à importância de preservar o património hidrogeológico.

#### 4.13. Olho de Água de Chiqueda1

A nascente do Olho de Água de Chiqueda1 (Figura 4.84) consiste numa nascente perene que faz parte do conjunto de nascentes do Alcoa e possui as mesmas características geológicas do Olho da Mãe d'Água. Esta nascente pode atingir valores de caudal de  $1\text{m}^3/\text{s}$  ou mais nos períodos de ponta, enquanto que em grande parte do ano os valores variam entre dezenas e centenas de litros por segundo (Bértolo, 2014).



Figura 4.84 – Localização da nascente do Olho de Água de Chiqueda1. Fonte: *Google Earth*

A acessibilidade ao geossítio é fácil, podendo ser feita de carro, a pé ou de bicicleta. A sua visibilidade é boa, não existindo nenhum obstáculo que limite a sua observação, sendo deste modo possível verificar o seu aspeto, como uma nascente borbulhante (olho de água) (Figura 4.85-A e B). A nascente sofreu intervenção antrópica profunda e inadequada, com a construção de alvenaria “casa que tapou totalmente a nascente” não sendo possível perceber o propósito da sua construção pois não tem qualquer utilidade (Figura 4.86).



Figura 4.85 – A) e B) Exsurgências



Figura 4.86 – Intervenção que a nascente sofreu



Quanto aos valores associados, o geossítio detém valor científico por conseguir transmitir a sua génese e os processos envolvidos na sua evolução. Devido à sua proximidade com a nascente do Olho da Mãe d'Água, partilham o mesmo valor histórico-cultural. O seu valor estético é muito baixo na medida em que com a intervenção que sofreu, alterou significativamente as características originais da nascente, passando esta despercebida ao turista (também por falta de informação) e encontra-se abandonado e com a presença de lixo. Quanto ao valor ecológico, apresenta algumas espécies de áreas húmidas e sombrias como (avenca (*Adiantum capillus-veneris*) e diversas espécies de briófitos, alguns dos quais com valor para proteção e conservação (Figura 4.87).



Figura 4.87 – Presença de avenca (*Adiantum capillus-veneris*) e diversas espécies de briófitos

O geossítio apresenta-se fortemente deteriorado devido à intervenção que sofreu, desnecessária, pois aparentemente não tem qualquer utilidade. Relativamente à sua vulnerabilidade, esta é média devido ao facto de só as estruturas de acesso ao geossítio poderem ser deterioradas.

O geossítio tem como potencialidades de uso a interpretação do geopatrimónio, o abastecimento de água, a prática de pedestrianismo e de BTT e a ocorrência de eventos promovidos pela Associação Azenhas de Chiqueda

como a “caça ao tesouro”, noites de fado, desfile de chita ([www.regiaodecister.pt](http://www.regiaodecister.pt)).

A proteção ao geossítio é insuficiente sendo necessário a colocação de painéis informativos sobre a importância de preservar o património hidrogeológico e sobre o funcionamento das exsurgências. Recomenda-se, a divulgação junto de escolas para uma tomada de consciencialização do valor para a conservação das formas, dos processos e da biodiversidade associada, sobretudo através de visitas guiadas.

#### 4.14. Olho de Água de Chiqueda2

Devido ao facto de a nascente perene do Olho de Água de Chiqueda2 (Figura 4.88) se localizar próxima das nascentes do Olho da Mãe d'Água e do Olho de Água de Chiqueda1, possui as mesmas características geológicas e hidrológicas.



Figura 4.88 – Localização da nascente do Olho de Água de Chiqueda2. Fonte: *Google Earth*

A acessibilidade ao geossítio é fácil e pode ser feita a pé ou de bicicleta. A sua visibilidade é boa, sendo possível constatar que o aspeto da exsurgência é a de uma fenda rochosa (Figura 4.89).



Figura 4.89 – Aspeto da nascente

Como valores associados, o geossítio detém valor científico por ter alguma representatividade, conseguindo transmitir a sua génese e processos envolvidos na sua evolução embora com pouco interesse didático. Detém o mesmo valor histórico-cultural que as nascentes do Olho da Mãe d'Água e do Olho de Água de Chiqueda<sup>1</sup> embora seja a única a que está associada a existência de fábricas há muito abandonadas onde se procedia à moagem de farinha destinada ao gado (Figura 4.90), as quais necessitavam de algum esforço de recuperação para integrarem percursos interpretativos. Detém um valor estético médio onde é possível visualizar com clareza os elementos geomorfológicos e geológicos do geossítio e pela presença de fauna e flora. Possui valor ecológico com várias espécies ripícolas (e.g. caniços (*Phragmites australis*), salgueiros (*Salix* spp.), choupos (*Populus* spp.), espadana (*Typha dominguensis*)), figueiras, eucaliptos (cultivadas ou introduzidas) e fauna (e.g. patos, garças, etc.) (Figura 4.91).





Figura 4.90 – Fábricas para moagem de farinha abandonadas



Figura 4.91 – Presença de espardana (*Typha domingensis*), caniços (*Phragmites australis*), salgueiros (*Salix* spp.) e choupos (*Populus* spp.)

Devido à erosão, o geossítio apresenta alguma deterioração, embora preservando alguns elementos geomorfológicos e geológicos importantes do ponto de vista do geoturismo. Quanto à vulnerabilidade, o geossítio não é vulnerável por os seus elementos geomorfológicos não serem destruídos facilmente uma vez que a sua localização passa despercebida dos turistas.

O geossítio compartilha as mesmas potencialidades de uso com os dois geossítios anteriores e tem ainda como potencialidades o abastecimento de água e a prática de pedestrianismo.

A ameaça atual e potencial ao geossítio refere-se à erosão, sendo a sua proteção adequada, embora seja necessária sinalética com informação para a importância de preservar o património hidrogeológico.

#### 4.15. Olhos Fróis

Em conjunto com as três nascentes anteriores, a nascente temporária dos Olhos Fróis (Figura 4.92) tem as mesmas características geológicas.



Figura 4.92 – Localização da nascente dos Olhos Fróis. Fonte: *Google Earth*

A acessibilidade ao geossítio é moderada e pode ser feita a pé, embora esteja condicionada durante os períodos de maior precipitação pois no inverno os acessos ficam inundados (transformam-se mesmo em cursos de água temporários), limitando assim o seu acesso (Figura 4.93). A sua visibilidade é boa, não existindo nada que impeça a sua observação, o que torna a perceção do aspeto da nascente como sendo borbulhante e uma gruta (Figura 4.94).





Figura 4.93 – Olhos Fróis em atividade Fonte: <http://porcaminhosdecister.blogspot.com>  
[Acedido em novembro de 2018]



Figura 4.94 – Aspeto dos Olhos Fróis

Como valores associados ao geossítio pode referir-se o científico por ser um bom exemplo de evolução geomorfológica e geológica e também um bom recurso didático. Possui um valor estético médio por o geossítio não ter sofrido nenhuma intervenção que o destruísse, mantendo as suas características originais e pela singularidade do mesmo.

O geossítio apresenta-se relativamente bem conservado. No que toca à sua vulnerabilidade, esta é elevada pois o seu uso (e.g. espeleomergulho) se não for gerido de forma rigorosa pode deteriorar significativamente o local.

Como potencialidades de uso são de referir a interpretação do geopatrimónio, o abastecimento de água através de furos, a prática de pedestrianismo e BTT e a prática de espeleomergulho.

As ameaças atuais e potenciais ao geossítio são a ação humana e a erosão, sendo a sua proteção insuficiente com a criação de informação para a importância de preservar o património hidrogeológico.

#### 4.16. Poço Suão

A nascente temporária do Poço Suão (Figura 4.95) faz parte do conjunto de nascentes do Alcoa e localiza-se no vale da Ribeira do Mogo (Figura 4.96).

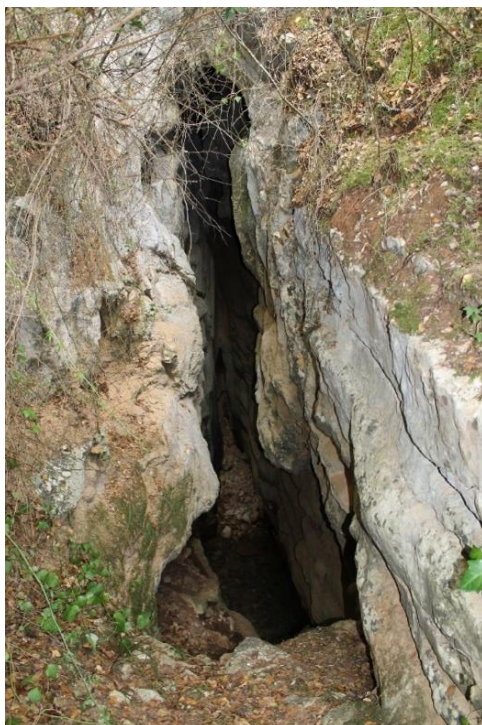


Figura 4. 95– Poço Suão





Figura 4.96 – Localização do Poço Suão. Fonte: *Google Earth*

O geossítio está inserido no percurso pedestre “Vale da Ribeira do Mogo”, sendo que pode ser feito a pé ou de bicicleta apesar de ser moderado pois está condicionado durante o inverno pelo facto de os acessos ficarem inundados e/ou mesmo transformados em cursos de água, limitando assim o seu acesso. A sua visibilidade é boa, não existindo nada que impeça a sua observação, o que torna a perceção do aspeto da nascente como sendo uma gruta.

Como valores associados, o geossítio detém valor científico por ser um bom exemplo de evolução geomorfológica e geológica e um bom recurso didático e com interesse para a investigação científica. Possui um valor estético elevado por estar inserido no Vale da Ribeira do Mogo com importantes espécies florísticas e faunísticas e com a presença de várias geoformas (e.g. lapiás, grutas). Tem um importante valor ecológico com a existência de flora (pilriteiro, hera, carrasco, figueiras, arbustos – mediterrânea) (Figuras 4.97-A e B) e fauna (doninha (*Mustela nivalis*), tairão (*Mustela putorius*), javali (*Sus scrofa*), texugo (*Meles meles*), raposa (*Vulpes vulpes*), geneta (*Genetta genetta*), morcegos em vias de extinção (morcego-grande-de-ferradura – *Rhinolophus ferrumequinum*, morcego-de-peluche – *Miniopterus schreibersii*), rola-comum (*Strepto peliaturtur*), entre outros (<https://www.cm-alcobaca.pt>).



Figura 4.97 – A) Pilriteiro (*Crataegus monogyna*) e hera (*Hedera hibernica*). B) Carrasco (*Quercus coccifera*)

O geossítio não apresenta qualquer tipo de deterioração enquanto a sua vulnerabilidade é média por os elementos geomorfológicos poderem ser deteriorados sobretudo devido ao facto de este ser utilizado para o espeleomergulho.

Como potencialidades de uso são de referir a interpretação do geopatrimónio, a prática de pedestrianismo através do percurso pedestre “Vale da Ribeira do Mogo” e de BTT, e de espeleomergulho e espeleologia (Figura 4.98).



Figura 4.98 – Prática de espeleomergulho. Fonte: <http://espeleonealc.blogspot.com> [Acedido em novembro de 2018]

Como ameaças atuais e potenciais é de referir a erosão, sendo a sua proteção adequada.

## Capítulo 5 – Avaliação do potencial geopatrimonial e do interesse geoturístico das nascentes cársticas

No presente capítulo procede-se à análise da matriz de avaliação do potencial geopatrimonial e do interesse geoturístico das nascentes cársticas e à aplicação da Análise de Componentes Principais (PCA).

### 5.1. Análise da matriz de avaliação do potencial geopatrimonial e geoturístico das nascentes

Após a avaliação qualitativa efetuada no capítulo anterior (capítulo 4), com base na análise das fichas-inventário de cada nascente realizadas no campo, procedeu-se à quantificação das mesmas, com a atribuição de valores a cada atributo de cujo somatório resultou um *ranking*, cujos valores (dos diferentes atributos, dos respetivos somatórios e do total final) está representado na Tabela 5.1.

	Nome	Ar	I	R	K	VCI	HC	Estet	Ecol	VAd	VHidCars	Ac	V	Ug	P	E	VUs	Dt	Vu	VPr	VGt	VT	Ranking
Nascentes do Rio Alviela	Povo Escuro	0,5	0,75	1	0,5	2,75	0,17	1	0	1,17	3,92	0,25	0,33	1	0,67	0,5	2,75	0,75	1	1,75	4,5	8,42	4º
	Olhos de Água do Rio Alviela	0,75	0,75	1	0,5	3	0,5	1	0,25	1,75	4,75	1	0,5	1	0,67	0,5	3,67	0,75	1	1,75	5,42	10,17	1º
	Grotta do Alviela	0,25	0,75	1	0,5	2,5	0,17	1	0,25	1,42	3,92	1	0,5	1	0,67	0,5	3,67	0,75	1	1,75	5,42	9,34	2º
	Nascente da Ribeira do Rio Mar/Paula Carvalho	0,25	0,75	0,67	0,25	1,92	0	1	0,25	1,25	3,17	0,75	0,5	0,67	0,67	0	2,59	0,75	0	0,75	3,34	6,51	10º
Nascente do Rio Almonda	Olho do Moimho da Fonte	0,75	0,5	1	0,5	2,75	0,5	0,6	0,25	1,35	4,1	0,5	0,5	1	1	0	3	0,5	1	1,5	4,5	8,6	3º
Nascente da Ribeira de Alcobertas	Olho de Água de Alcobertas	0,25	0,5	1	0,25	2	0,33	1	0,25	1,58	3,58	1	0,5	1	0,67	0,5	3,67	0,5	0,33	0,83	4,5	8,08	6º
Nascentes do Rio Maior	Bocas de Rio Maior	0,5	1	1	0,5	3	0,5	0,5	0,25	1,25	4,25	0	0,17	0	0,33	0	0,5	1	1	2	2,5	6,75	9º
Nascente do Rio Lena	Olho de Água da Ribeira de Cima	0	0	0	0	0	0,17	0	0,25	0,42	0,42	1	0,5	0,33	0,67	0	2,5	0	0,33	0,33	2,83	3,25	16º
Nascentes do Rio Lis	Pego	0,25	0,5	0,33	0	1,08	0,33	0,6	0,5	1,43	2,51	0,75	0,5	0,33	1	0	2,58	0	1	1	3,58	6,09	11º
	Grotta	0,25	0,75	1	0,25	2,25	0,33	0,8	0,25	1,38	3,63	0,75	0,5	0,67	1	0,5	3,42	0,75	0	0,75	4,17	7,8	7º
	Fonte da Capela	0,25	0	0,33	0	0,58	0,33	0,5	0,25	1,08	1,66	1	0,5	0,33	1	0	2,83	0	1	1	3,83	5,49	14º
Nascentes do Rio Alcoa	Olho da Mãe d'Água	0,75	0	0	0,25	1	0,5	0,25	0,25	1	2	0,5	0,5	0,33	1	0,25	2,58	0	1	1	3,58	5,58	13º
	Olho de Água de Chiqueada 1	0,25	0	0,33	0	0,58	0,33	0,15	0,25	0,73	1,31	1	0,5	0,33	1	0,25	3,08	0	0,67	0,67	3,75	5,06	15º
	Olho de Água de Chiqueada 2	0,25	0,75	0,33	0	1,33	0,33	0,25	0,25	0,83	2,46	0,5	0,5	0,33	1	0	2,33	0,5	1	1,5	3,83	5,99	12º
	Olhos Fróis	0,25	1	1	0,25	2,5	0	0,6	0	0,6	3,1	0,5	0,5	0,67	1	0	2,67	1	0	1	3,67	6,77	8º
	Povo São	0,5	1	1	0,25	2,75	0	0,8	0,5	1,3	4,05	0,75	0,5	0,67	1	0	2,92	1	0,33	1,33	4,25	8,3	5º

Tabela 5.1 – Matriz de avaliação do potencial geopatrimonial e geoturístico das nascentes cársicas. **Ar** – Abundância/Raridade; **I** – Integridade; **R** – Representatividade; **K** – Existência de conhecimento científico associado; **VCI** – Valor científico; **HC** – Histórico-cultural; **Estet** – Estético; **Ecol** – Ecológico; **VAd** – Valor Adicional; **VHidCars** – Valor Hidrogeológico Cársico; **Ac** – Condições de acessibilidade; **V** – Condições de visibilidade; **Ug** – Uso atual do interesse hidrogeológico cársico; **P** – Proteção oficial e limitações ao uso; **E** – Equipamentos e serviços de apoio ao uso; **VUs** – Valor de Uso; **Dt** – Deterioração; **Vu** – Vulnerabilidade; **VPr** – Valor de Preservação; **VGt** – Valor de Gestão; **VT** – Valor Total



De acordo com a metodologia utilizada, as nascentes que detiveram um maior valor total (VT) foram os Olhos de Água do Alviela (10,17) e a Gruta do Alviela (9,34) em 1º e 2º lugares respetivamente. A nascente que deteve um valor mais baixo foi o Olho de Água da Ribeira de Cima (3,25) em 16º lugar.

Relativamente ao valor hidrológico cársico (VHidCars), as nascentes com valores mais elevados são os Olhos de Água do Alviela (4,75), as Bocas de Rio Maior (4,25), o Olho do Moinho da Fonte (4,1), o Poço Suão (4,05), enquanto o Olho de Água da Ribeira de Cima (0,42) registou o valor mais baixo.

No que toca ao valor científico (VCi), os Olhos de Água do Alviela e as Bocas de Rio Maior possuem maior valor (3), seguido de mais três nascentes (Poço Escuro, Olho do Moinho da Fonte e Poço Suão) que obtiveram o mesmo valor (2,75). Em posição oposta, encontram-se a Fonte da Capela e o Olho de Água de Chiqueda<sup>1</sup> (0,58) e o Olho de Água da Ribeira de Cima (0). O que difere as duas primeiras nascentes das restantes, quanto à sua classificação, é o facto de, no caso dos Olhos de Água do Alviela ser uma das mais importantes nascentes do MCE e apesar de se encontrar ligeiramente deteriorada consegue preservar os elementos geomorfológicos e geológicos e ser assim um bom exemplo de evolução geomorfológica e geológica e ainda ser objeto de produção científica relevante. No caso das Bocas de Rio Maior são uma das 3 mais importantes nascentes da área de estudo e encontram-se perfeitamente conservadas e com representatividade da sua génese e evolução geomorfológica e geológica, sendo ainda objeto de produção científica relevante. As três nascentes (Poço Escuro, Olho do Moinho da Fonte e Poço Suão) constituem bons exemplos de evolução geomorfológica e geológica, sendo que o Poço Suão e o Poço Escuro integram as 3 nascentes mais importantes na área. Somente o Poço Suão não apresenta qualquer tipo de deterioração (1), enquanto o Poço Escuro apresenta alguma deterioração e o Olho do Moinho da Fonte apresenta-se deteriorado, mas, ainda assim, conseguindo estas duas últimas nascentes preservar elementos geomorfológicos e geológicos essenciais. O Olho da Ribeira de Cima não detém qualquer valor científico por estar muito degradada devido à intervenção antrópica que sofreu, que destruiu por completo as suas características e deste

modo não tem qualquer representatividade dos seus processos, e por não haver registo de qualquer produção ou divulgação científica. Neste caso, o valor científico teve um peso muito grande no posicionamento no *ranking*, tendo ficado em último. As outras duas nascentes, a Fonte da Capela e o Olho de Água de Chiqueda<sup>1</sup> detêm o mesmo valor (0,58) por não constituírem as 3 nascentes mais importantes devido ao facto de não possuírem características únicas nem uma originalidade especial que as distingam das demais, por ambas estarem muito deterioradas em resultado de intervenção antrópica inadequada e sem registo de produção e divulgação científica; ainda assim conseguem deter alguma representatividade, no entanto com pouco interesse didático.

As nascentes que registaram maior valor adicional (VAd) correspondem aos Olhos de Água do Alviela (1,75) e ao Olho de Água de Alcobertas (1,58) enquanto o Olho de Água da Ribeira de Cima detém o valor mais baixo (0,42). As duas primeiras nascentes registam um valor estético (Estet) elevado (1), enquanto o Olho de Água da Ribeira de Cima não apresenta valor estético (Estet) (0) por se encontrar destruída, não mantendo elementos geomorfológicos ou geológicos da nascente. Por sua vez, as três nascentes possuem o mesmo valor ecológico (Ecol) (0,25), a par com as restantes nascentes em estudo pois em todas se verificou a ocorrência de fauna e/ou flora com interesse, embora relativamente a esta variável o Poço Suão e o Pego (0,50) sejam as únicas nascentes onde se registou o valor máximo pois observa-se uma boa representação da vegetação mediterrânica, para além da vegetação ripícola e higrófila (nomeadamente da avenca – *Adiantum capillus-veneris*, *Potamogetum polygonifolius*, entre outras das quais várias espécies de briófitos) e ainda gastrópodes, cágados, peixes endémicos de Portugal, todos de elevado interesse para proteção e conservação. Já o Poço Escuro e os Olhos Fróis não detêm valor ecológico (0). Os Olhos de Água do Alviela (0,50) e o Olho de Água de Alcobertas (0,33) possuem aspetos histórico-culturais de elevado valor e associados aos geossítios (ver descrição dos sítios – capítulo 4), enquanto que no caso da nascente do Olho de Água da Ribeira de Cima, embora existam aspetos histórico-culturais com interesse, estes não apresentam conexão ao geossítio.

Relativamente ao valor de gestão (VGt), os Olhos de Água do Alviela e a Gruta do Alviela apresentam o valor mais elevado (5,42) (como consequência de elevados Valores de Preservação e de Uso), seguido das nascentes do Poço Escuro, Olho do Moinho da Fonte e o Olho de Água de Alcobertas (4,5). As nascentes que detêm o valor mais baixo correspondem às Bocas de Rio Maior (2,5) e ao Olho de Água da Ribeira de Cima (2,83). No que toca ao valor de uso (VUs), as nascentes que obtiveram maior valor foram os Olhos de Água do Alviela, a Gruta do Alviela e o Olho de Água de Alcobertas (3,67) e a nascente com o valor mais baixo pertence às Bocas de Rio Maior (0,5). As três primeiras nascentes obtiveram todas os mesmos valores das variáveis do valor de uso, com boa ou muito boa acessibilidade (1) aos geossítios, com boa visibilidade de todos os elementos geomorfológicos e geológicos (0,50). Adicionalmente, são divulgados e usados como local de interesse hidrogeológico cársico (1), estão abrangidos por proteção legal (inseridos na Rede Nacional de Áreas Protegidas – PNSAC) mas com poucas limitações ao uso (0,67) e contêm equipamentos (e.g. parque de merendas, sinalização) e serviços (e.g. Centro de Ciência Viva) de apoio ao uso, sendo estes utilizados, valorizados e divulgados (0,50). Deste modo, pode-se verificar que os geossítios estão direcionados a serem explorados, isto é, para o geoturismo. É interessante verificar que existem dois grupos dentro da variável P (proteção oficial e limitações ao uso), um constituído pelas nascentes do Alviela, Alcobertas, Rio Maior, Ribeiro do Carvalho e Lena que estão inseridas no PNSAC e por isso detêm proteção oficial, enquanto as nascentes do Almonda, Lis e Alcoa não têm qualquer tipo de proteção (1) por já não se encontrarem abrangidas pelo parque natural. Apesar desta questão deve referir-se que, embora sem estatuto de proteção prioritário, as grutas não exploradas e abertas ao público, constituem um habitat com interesse para proteção no âmbito da Rede Natura 2000. As Bocas de Rio Maior são as únicas nascentes em que a acessibilidade é muito difícil (0) devido essencialmente ao facto de o percurso ser feito dentro do curso de água e só ser acessível no verão. Desta forma, a visibilidade é razoável pois está limitada pela presença de vegetação (0,17) e não existe qualquer tipo de divulgação e uso do geossítio (0), registando-se ainda a ausência de equipamentos e serviços de apoio ao uso (0). As nascentes com o valor de preservação (VPr) mais elevado

correspondem às Bocas de Rio Maior (2) e às nascentes do Alviela (Poço Escuro, Olhos de Água do Alviela e Gruta do Alviela) (1,75), enquanto o Olho de Água da Ribeira de Cima (0,33) detém o valor mais baixo. As Bocas de Rio Maior são as únicas nascentes que não apresentam deterioração (1) e nem são vulneráveis quanto ao seu uso na medida em que só são do conhecimento dos investigadores e não são divulgadas. Apesar do conjunto de nascentes do Alviela serem do conhecimento da população e de serem promovidas e divulgadas, apresentam-se ligeiramente deteriorados, mas conseguem preservar os seus elementos geomorfológicos e geológicos (0,75) e não são vulneráveis ao uso como local de interesse hidrogeológico cársico (1). Já o Olho de Água da Ribeira de Cima apresenta-se muito deteriorado, resultado da intervenção antrópica inadequada (0) que destruiu por completo os elementos geomorfológicos da nascente e em que os elementos geomorfológicos podem ser deteriorados pelo uso do geossítio (0,33).

## 5.2. Aplicação da Análise de Componentes Principais (PCA)

A matriz de valores obtidos através dos levantamentos de campo foi explorada através de uma análise de componentes principais (PCA).

Como se pode verificar na Figura 5.1, o eixo X separa os locais com valores totais (ver tabela 5.1) mais elevados do lado esquerdo do eixo, dos valores do lado direito que têm os valores totais mais baixos no somatório das variáveis utilizadas. O eixo X organiza os sítios segundo os valores de representatividade (R), integridade (I), estética (Estet), deterioração (D), uso atual do interesse hidrogeológico cársico (Ug) e equipamentos e serviços de apoio ao uso (E). Por sua vez, o eixo Y reflete a importância da abundância/raridade (Ar) e do conhecimento científico (K), ambos mais elevados na parte superior do gráfico.

Do lado direito estão os locais (Cim, Chiq1, Cap, Pego, Chiq2, Agua) que compõem o grupo 1. Na verdade, estes locais acabam por definir os sítios com menor interesse do ponto de vista da geoconservação e do geoturismo, e correspondem às posições que obtiveram no *ranking* (ver tabela 5.1) (16º, 15º, 14º, 11º, 12º). A única exceção é o sítio “Agua”, o qual apresenta um valor



elevado de Ar (abundância/raridade) (0,75 – é a mais importante nascente e/ou única ocorrência na área) face às restantes nascentes do grupo 1, possuindo também um valor histórico-cultural (HC) elevado (0,5 – aspetos histórico-culturais de elevado valor associados aos geossítios). Este local ocupa a parte superior do gráfico no quadrante superior direito, o que reflete uma clara afinidade com o eixo Y e do contributo da abundância/raridade que é mais elevada na parte superior e mais baixa na parte inferior do gráfico. Todos os locais deste grupo não têm qualquer regime de proteção exceto o sítio Cim (único com estatuto de proteção), mas com poucas ou nenhuma limitações ao uso. Este local possui igualmente um valor mais elevado de acessibilidade (Ac) (1 – em veículo automóvel até menos de 50m do local) e de visibilidade (V) (0,50 – boa para todos os elementos geomorfológicos e/ou geológicos em destaque), ocupando a parte inferior do gráfico no quadrante inferior direito.

No canto superior esquerdo do gráfico localizam-se os sítios (Boc, Pes, Ofon, Oalv, Galv) que constituem o grupo 2. Estes locais foram os que obtiveram os maiores valores totais no somatório das variáveis utilizadas. De facto, este grupo define um conjunto de sítios caracterizado por valores elevados de abundância/raridade (Ar) e também a existência de conhecimento científico associado (K). Estes locais também detêm um maior valor estético (Estet), de representatividade (R), de preservação (I, Dt), de serem divulgados/usados como local de interesse hidrogeológico cársico (Ug) e de existirem equipamentos e serviços de apoio ao uso que são divulgados e utilizados (E), fazendo com que tenham interesse para o geoturismo e para a geoconservação.

Por último, o grupo 3 localiza-se no canto inferior esquerdo e é composto pelas nascentes (Poço, Alc, Fro, Grot, Fro, Pau). A par do grupo 2, este grupo tem os valores totais elevados no que toca ao somatório das variáveis utilizadas. Os locais referidos apresentam na sua organização espacial alguma afinidade com o eixo Y, com valores elevados de acessibilidade (Ac), podendo ser feita em veículo todo-o-terreno até menos de 100m do local ou em veículo automóvel até menos de 50m do local, e de visibilidade (V), sendo esta boa para todos os elementos geomorfológicos e/ou geológicos. No entanto o mesmo grupo apresenta, também, afinidade com o eixo X, através da

representatividade (R), preservação (I, Dt) e do uso atual do interesse hidrogeológico cársico (Ug). Apesar destas variáveis terem valores mais baixos do que o grupo 2, conseguem ainda assim ser relevantes para que estes locais detenham interesse para o geoturismo, na medida em que têm boa representatividade, mas de difícil explicação a leigos (R). Adicionalmente, apresentam alguma deterioração, mas conseguem preservar elementos geomorfológicos/geológicos (Dt, I), têm um valor estético elevado (Estet) e podem ser divulgados/usados como locais de interesse hidrogeológico cársico (Ug). Assim, os sítios têm interesse para o geoturismo, mas não com a mesma importância que o grupo 2 possui. Isto deve-se principalmente à inexistência de equipamentos e serviços de apoio ao uso (E).

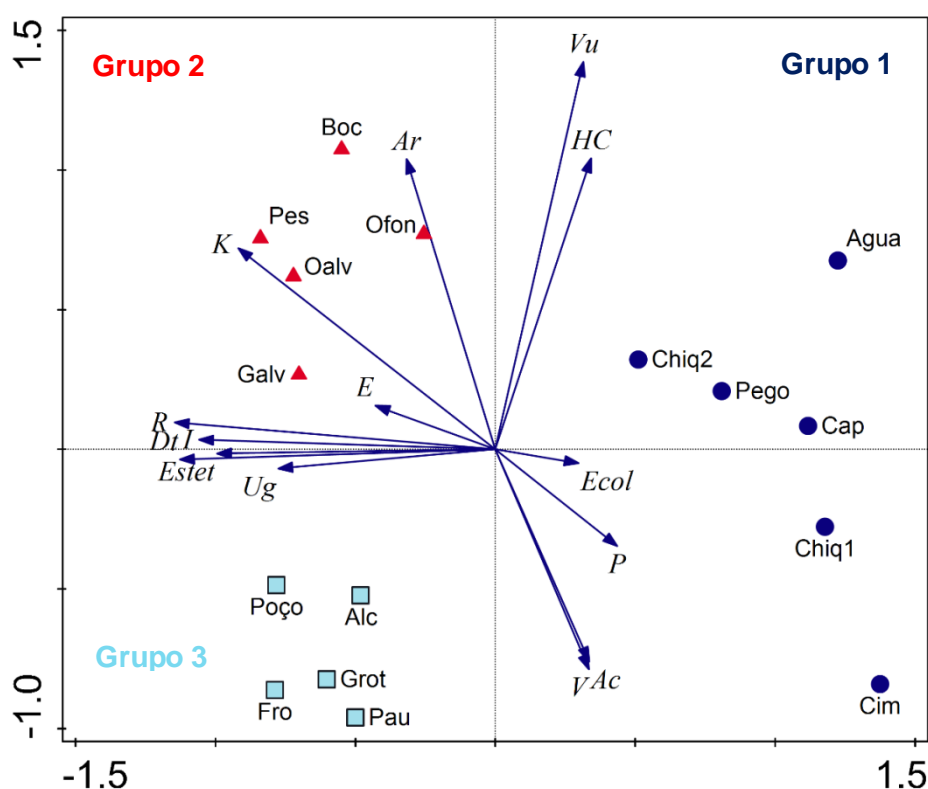


Figura 5. 1 – Análise de Componentes Principais. **Pau** – Olho de Mari'Paula; **Grot** – Grotas; **Fro** – Olhos Fróis; **Poço** – Poço Suão; **Alc** – Olho de Água de Alcobertas; **Boc** – Bocas de Rio Maior; **Galv** – Gruta do Alviela; **Oalv** – Olhos de Água do Alviela; **Pes** – Poço Escuro; **Ofon** – Olho do Moinho da Fonte; **Cim** – Olho de Água da Ribeira de Cima; **Chiq1** – Olho de Água de Chiqueda1; **Chiq2** – Olho de Água de Chiqueda2; **Cap** – Fonte da Capela; **Pego** – Pego; **Agua** – Olho da Mãe d'Água. **Ar** – Abundância/Raridade; **I** – Integridade; **R** – Representatividade; **K** – Existência de conhecimento científico associado; **HC** – Histórico-cultural; **Estet** – Estético; **Ecol** – Ecológico; **Ac** – Condições de acessibilidade; **V** – Condições de visibilidade; **Ug** – Uso atual do interesse hidrogeológico cársico; **P** – Proteção oficial e limitações ao uso; **E** – Equipamentos e serviços de apoio ao uso; **Dt** – Deterioração; **Vu** – Vulnerabilidade. **Grupo 1** – azul escuro; **Grupo 2** – vermelho; **Grupo 3** – azul claro







## Conclusões e considerações finais

Com o presente trabalho pretendeu-se contribuir para um incremento no conhecimento do património hidrogeológico em Portugal através da inventariação das principais nascentes cársicas do MCE.

Para tal, conduziu-se uma avaliação do património hidrogeológico com o objetivo de determinar o potencial geopatrimonial e geoturístico das nascentes daquele que é considerado o nosso principal conjunto montanhoso de natureza calcária. Com base em trabalho de campo e em fichas-inventário foi possível fazer uma inventariação tão detalhada quanto possível das características de cada sítio quanto a uma série de atributos considerados importantes para a avaliação do potencial geopatrimonial e do interesse geoturístico das nascentes cársicas e das questões que se levantam ou se podem levantar através da sua utilização mais intensiva. Num momento em que o turismo de natureza começa a registar valores significativos em termos de número de pessoas e receitas, a avaliação do património natural na definição de percursos pareceu-nos fundamental e este trabalho pretende, nas suas conclusões, contribuir para uma proposta de atribuição de um *ranking* que poderá contribuir para as políticas de ordenamento e gestão do território, nomeadamente no que respeita à exploração das nascentes cársicas como entidades de interesse turístico, frequentemente inseridas em percursos de diferentes tipos. Resulta, também, deste trabalho, um conjunto de propostas e levantamento de intervenções menos positivas efetuadas em alguns geossítios, propostas estas que têm como objetivo melhorar as condições de visitação, minorar impactos e valorizar o conhecimento dos processos que conduzem a estas nascentes cársicas.

Dos 16 geossítios inventariados, resultaram 3 grupos (com base na tabela 5.1 e na Análise de Componentes Principais) organizados consoante o seu interesse para o geoturismo e geoconserva o. O grupo 1 definido na ACP (ver figura 5.1) foi o único que obteve um valor menor no somatório final e, portanto, um menor interesse tanto para o geoturismo como para a geoconserva o, (os geossítios deste grupo obtiveram as posições mais baixas

no *ranking* da tabela 5.1) e, por isso, baixo potencial geopatrimonial e geoturístico. O grupo 2 definido na ACP (ver figura 5.1) engloba os geossítios que têm elevado interesse para o geoturismo e para a geoconservação e com o valor geopatrimonial e geoturístico mais elevado, tendo registado as posições mais altas no *ranking* da tabela 5.1. De facto, este é constituído pelos geossítios que obtiveram um valor científico e de gestão significativo. O grupo 3 só tem relevância para o geoturismo na medida em que o seu valor de uso é o mais elevado (ver figura 5.1), o que mostra que o geoturismo deve estar aliado à geoconservação para que haja um uso sustentado dos sítios. No entanto, este grupo 3 não inclui os geossítios de maior interesse para visita e/ou interesse geopatrimonial e geoturístico mais elevado. Desta forma e tendo como base uma perspectiva geoturística embora de forma sustentável, baseada numa proteção e conservação que os locais de maior interesse apresentam, as conclusões que podemos tirar deste trabalho visam, também o estabelecimento de uma aposta relativa nos locais de maior interesse geoturístico definida com base nos valores dos itens usados. Os que apresentaram valores mais elevados deveriam apresentar aposta prioritária numa perspectiva geoturística o que este trabalho demonstra que não está a suceder. Pretendemos, portanto, que o presente trabalho contribua para uma prioridade de investimento no geoturismo nos geossítios de maior valor nesta perspectiva, no entanto numa base sustentada na necessária proteção e conservação que os elevados valores naturais presentes nestes locais exigem.

Com isto e apesar de já terem sido aplicadas estratégias de geoconservação em alguns dos geossítios e de serem valorizados e divulgados como geopatrimónio, outros carecem de informação e de uma estratégia que crie mecanismos que promovam a conservação dos geossítios e a sua valorização. Estes geossítios são do total desconhecimento da população e vulneráveis à ação antrópica, podendo ser destruídos ou perder as suas características originais. Para isso, é fundamental que os municípios onde os geossítios estão inseridos, se empenhem em conhecer a importância dos mesmos e adotem estratégias de educação ambiental e de valorização e divulgação através de roteiros geoturísticos e de instrumentos interpretativos (painéis interpretativos e materiais interativos). Seria igualmente necessária a

criação de uma base de dados a nível municipal dos geossítios, onde estaria incluída toda a informação sobre cada nascente (identificação, classificação e avaliação) com o objetivo de se poder acrescentar novos dados que fossem posteriormente recolhidos e com informação sobre as medidas de promoção e de conservação.

Neste sentido, pretendeu-se que este trabalho constituísse um bom contributo para o tema e para o desenvolvimento de possíveis estudos futuros e que os resultados apresentados sirvam como uma fase inicial para o desenvolvimento de um trabalho mais aprofundado por parte dos municípios.

Apesar dos objetivos inicialmente propostos terem sido alcançados com sucesso, encontrámos algumas limitações na obtenção de informação sobre as nascentes cársicas e na localização das mesmas pois a maioria delas não se encontram identificadas e são do desconhecimento da população local.

Em conclusão, a realização deste trabalho foi muito satisfatória tanto pela aquisição de novos conhecimentos como também pela contribuição que deu ao tema.





## Bibliografia

Almeida, C., Mendonça, J.J.L., Jesus, M.R. & Gomes, A.J. (2000). Sistemas aquíferos de Portugal Continental: Maciço Calcário Estremenho (O20). Instituto da Água, 337-320.

Azerêdo, A. (2007). Formalização da litostratigrafia do Jurássico Inferior e Médio do Maciço Calcário Estremenho (Bacia Lusitânica). *Comunicações Geológicas*, 94, 29-51.

Bértolo, A. (2014). *Geoconservação e geoturismo. Uma proposta para o Vale da Ribeira do Mogo*. (Dissertação de mestrado), Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

Brandão, B. (2009). *Avaliação do Geopatrimónio no troço Adraga-Magoito (Sintra) da Grande Rota "Caminho do Atlântico"* (Dissertação de mestrado). Lisboa, Universidade de Lisboa.

Brilha, J. (2005). *Património geológico e geoconservação, a conservação da natureza na sua vertente geológica*. Braga, Palimage Editores.

Brilha, J. (2015). Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. *Geoheritage*, 8(2), 119-134.

Buckley, R. (2003). *Case Studies in Ecotourism*. CABI, Wallingford.

Bujdosó, Z., Dávid, L., Wéber, Z., & Tenk, A. (2015). Utilization of geoheritage in tourism development. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 188, 316-324.

Burek, C.V. & Prosser, C.D. (2008). The history of geoconservation: an introduction. *Geological Society London Special Publications*, 300(1), 1-5.

Capelo, J. (2003). Conceitos e métodos da Fitossociologia. Formulação contemporânea e métodos numéricos de análise da vegetação. Estação Florestal Nacional, Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais, Oeiras, 107.

Carcavilla, L., López, J. & Durán, J. (2007). *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Instituto Geológico e Minero de España, Madrid.

Carvalho, C. & Rodrigues, J. (2015). Proposta de conservação e de valorização do Barrocal de Castelo Branco. *AÇAFA OnLine*, 10, 5-21.

Carvalho, J., Midões, C., Machado, S., Sampaio, J., Costa, A. & Lisboa, V. (2011). *Maciço Calcário Estremenho: caracterização da situação de referência*. LNEG, Lisboa.

Cendrero, A. (1996). El patrimonio geológico. Ideas para suprotección, conservación y utilización. *El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*, 17-48.

Crispim, J. (1995). *Dinâmica cársica e implicações ambientais nas depressões de Alvados e Minde*. (Tese de doutoramento), Lisboa, Universidade de Lisboa.

Dixon, G. (1996). Geoconservation: an international review and strategy for Tasmania. *A Report to the Australian Heritage Commission*, Parks & Wildlife Service, Tasmania.

Durán, J.J. (2006). Patrimonigeològic i hidrogeològic de les Illes Balears. IGME-Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear.

Durán, J.J., Brusi, D., Palli, Ll., López-Martínez, J., Palacio, J. & Vallejo, M. (1998). Geología ecológica, geodiversidad, geoconservación y patrimonio geológico: la declaración de Girona. In Durán J.J. and Vallejo, M. (eds.), *Comunicaciones de la IV Reunión de la Comisión de Patrimonio Geológico*, 67-72.

Erikstad, L. (2013). Geoheritage and geodiversity management – the questions for tomorrow. *Proceedings of the Geologists' Association*, 124, 713-719.

Erikstad, L. (2013). History of geoconservation in Europe. In: BUREK, C. V. e PROSSER, C. D. (eds) *The History of Geoconservation*. The Geological Society, London, Special Publications, 300, 249–256.

Goodal, D.W. (1954). Objective methods for the comparison of vegetation III. An essay in the use of factor analysis. *Australian Journal of Botany* 1: 39-63.

Gray, M. (2004). *Geodiversity. Valuing and conserving abiotic nature*. Wiley & Sons, Chichester.

Gray, M. (2008). Geodiversity: developing the paradigm. *Proceedings of the Geologists' Association*, 119(3), 287-298.

Henriques, M., Reis, R., Brilha, J. & Mota, T. (2011). Geoconservation as an emerging geoscience. *Geoheritage*, 3, 117-128.

Hongyu, K., Sandanielo, V. & Junior, G. (2015) Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. *E&S-Engineering and Science*, 5(1), 83-90.

Hose, T. (1995). Selling the Story of Britain's Stone, *Environmental Interpretation*, 10(2), 16-17.

Ilic, M. (2006). Geoheritage of north-eastern Serbia, protection and perspectives. protection of nature, *Regione Campania, Difesa del Suolo, Progetto TELLUS*, 56(2), 107-118.

Inácio, A. (2003). *Caracterização do património geológico para apoio a percursos pedestres no PNSAC*. (Relatório de estágio), Universidade de Lisboa, Lisboa.

Kozłowski, S. (2004). Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. *Przegląd Geologiczny*, 52(8), 833-837.

Kozłowski, S., Migaszeński, Z., & Galuszka, A. (2004). Geodiversity conservation – conserving our geological heritage. *Polish Geological Institute Special Papers*, 13, 13-20.

Kubalíková, L. (2013). Geomorphosite assessment for geotourism purposes. *Czech Journal of Tourism*, 2(2), 80-104.

Kullberg, J. (2000). *Evolução tectónica mesozóica da Bacia Lusitaniana*. (Tese de doutoramento), Universidade Nova, Lisboa.

Larwood, J. & Prosser, C. (1998). Geotourism, conservation and society. *Geologica Balcanica*, 28(4), 97-100.

- Leal, C. (2014). *A escarpa dos arrifes do Maciço Calcário Estremenho. Proposta de classificação a património geomorfológico*. (Dissertação de mestrado), Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Liccardo, A. & Liccardo V. (2006). *Pedra por pedra: mineralogia para crianças*. Oficina de textos, São Paulo.
- Liccardo, A., Piekarz, G., & Salamuni, E. (2008). *Geoturismo em Curitiba*, Mineropar, Curitiba.
- Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F. (1988). *Statistical Ecology. A primer on methods and computing*. John & Wiley & Sons. New York.
- Luís, R. & Arriegas, P. (2015). Explorações subaquáticas no Olho do Moinho da Fonte – “Gruta do Almonda”. *6º Congresso Nacional de Espeleologia*, 93-106.
- Mansur, K.L., Ponciano, L.C.M.O., Castro, A.R.S.F. & Carvalho, I.S. (2013). Conservação e restauro do patrimônio geológico e sua relevância para a geoconservação. *Boletim Paranaense de Geociências*, 70, 137-155.
- Martínez, M., Alonso, E., & Mayordomo, J. (2011). Propuesta de nuevos conceptos de patrimonio hidrogeológico: clasificación, valoración y diagnóstico. Aplicación al Karsten formaciones yesíferas de la serranía de Cuenca. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 24, 3-4.
- Martins, A. (1949). *Maciço Calcário Estremenho. Contribuição para um estudo de geografia física*. Instituto de Estudos Geográficos, Lisboa.
- Martins, A. (2011). Antropização de um território: arte esquemática e povoamento no Arrife da Serra de Aire e Candeeiros – dados preliminares. *Promontoria Monográfica, Actas das IV Jornadas de Jovens em Investigação Arqueológica*, 16(1), 147 - 153.
- Mijovic, D., & Stojanovic, V. (2007). Conservation of hydro(geo)logical heritage sites for protection of plains environment: The Mostonga exemple, Western Backa. *Geographical Institute “Jovan Cvijic”: Collection of Papers*, 56, 25-33.
- Moreira, J. (2011). *Geoturismo e Interpretação Ambiental*. Editora da UEPG, Ponta Grossa.



- Nascimento, M., Azevedo, U., & Neto, V. (2007). Geoturismo: um novo segmento do turismo. *PUC Minas – Revista de Turismo*, 3(2).
- Nascimento, M., Mansur, K., & Moreira, J. (2015). Bases conceptuais para entender geodiversidade, património geológico, geoconservação e geoturismo. *XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, 4(3), 1-21.
- Newsome, D., & Dowling, R. (2006). *The scope and nature of geotourism*. In: DOWLING, R. e NEWSOME, D. (Edits.) *Geotourism*. Elsevier Butterworth Heinemann, Oxford, 3-25.
- Ortiz, E.G., Gutiérrez, I.F., & Martínez, E.F. (2014). Concepts and terminology for the risk of degradation of geological heritage sites: fragility and natural vulnerability, a case study. *Proceedings of the Geologists' Association*, 125, 463-479.
- Palmeirim, J. M., Rodrigues, L., Rainho, A., Ramos, M. J. (1999). *Mamíferos terrestres de Portugal Continental, Açores e Madeira*. Instituto de Conservação da Natureza e Centro de Biologia Ambiental (Eds.), Lisboa.
- Panizza, M. (2001). Geomorphosites: concepts, methods and examples. *Chinese Science Bulletin*, 46, 4-6.
- Panizza, M. (2007). Geodiversity, geological heritage and geotourism. *Workshop Abstracts "Geomorphosites, Geoparks and Geotourism"*.
- Panizza, M. (2009). The Geomorphodiversity of the Dolomites (Italy): *A Key of Geoheritage Assessment*. *Geoheritage*, 1(1), 33-42.
- Panizza, M., & Piacente, S. (2008). Geomorphosites and geotourism. *Revista Geográfica Acadêmica*, 2(1), 5-9.
- Panizza, M., & Piacente, S. (2003). *Geomorfologia culturale*. Pitagora Editrice: Bologna.
- Panizza, M., & Piacente, S. (2003). Geomorphological assets evaluation. *Zeitschrift fur Geomorphologie*, 87, 13-18.

Pereira, P. (2006). *Património geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho* (Tese de doutoramento). Braga, Universidade do Minho.

Pereira, P., Pereira, D.I., & Alves, M.I.C. (2007). Avaliação do património geomorfológico: proposta de metodologia. *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos*, 5, 235-247.

Ponciano, L., Castro, A., Machado, D, Fonseca, V. & Kunzler, J. (2011). *Patrimônio Geológico-Paleontológico e in situ e ex situ: Definições, vantagens, desvantagens e estratégias de conservação*. In: Carvalho, I.S. et al. (eds.). *Paleontologia: Cenários de Vida*. Editora Interciência, 4, 853-869.

Pralong, J. P. (2003). Valorisation et vulgarisation des sciences de la Terre: les concepts de tempset d'espace. *Géomorphologie et tourisme, Actes de la Réunionn anuelle de la Société Suisse de Géomorphologie (SSGm)*, 24,115-127.

Pralong, J.P. (2005). A method for assessing tourist potencial and use of geomorphological sites. *Géomorphologie: relief, processos, environnement*, 3, 189-196.

Pralong, J.P., & Reynard, E. (2005). A proposal for a classification of geomorphological sites depending on their tourist value. *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 18(1), 315-321.

Prosser, D. (2013). Our rich and varied geoconservation portfolio: the foundation for the future. *Proceedings of the Geologists' Association*, 124(4), 568-580.

Quaranta, G. (1993). Geomorphological assets: conceptual aspect and application in the area of Crodo da Lago (Cortina d'Ampezzo, Dolomites) – First european intensive course on applied geomorphology. *Proceedings, Modena – Cortina d'Ampezzo 24 June-3 July 1992*, 49-60.

Reynard, E. (2004). *Geosite*. In Goudie, A. S. (Ed.), *Encyclopedia of geomorphology*. Routledge: London.

Reynard, E., & Coratza, P. (2007). Geomorphosites and geodiversity: a new domain of research. *Geographica Helvetica*, 62(3), 138-139.

Reynard, E., & Panizza, M. (2005). Geomorphosites: definition, assessment and mapping. An introduction. *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 3, 177-180.

Reynard, E., Coratza, P., & Regolini-Bissig, G. (Eds.). (2009). *Geomorphosites*. Verlag: Mnichov.

Reynard, E., Fontana, G., Kozlik, L., & Scapozza, C. (2007). A method for assessing “scientific” and “additional values” of geomorphosites. *Geographica Helvetica*, 62(3), 148-158.

Reynard, E., Holzmann, C., & Guex, D. (2003). Géomorphologie et tourisme: quelles relations?. *Géomorphologie et tourisme, Actes de la Réunion Annuelle de la Société Suisse de Géomorphologie (SSGm)*, 24, 1-10.

Rodrigues, J., Canilho, S., & Carvalho, C. (2011). Património geológico do Geopark Naturtejo: aplicações ao ensino de hidrogeologia e geoquímica. *VIII Congresso Ibérico de Geoquímica*, 1-6.

Rodrigues, M.L. (1998). *Evolução geomorfológica quaternária e dinâmica atual. Aplicações ao ordenamento do território. Exemplos no Maciço Calcário Estremenho*. (Tese de doutoramento), Universidade de Lisboa, Lisboa.

Rodrigues, M.L. (2009). *Geodiversidade, património geomorfológico e geoturismo*. Centro de Estudos Geográficos: Lisboa, 123p.

Rodrigues, M.L., & Fonseca, A. (2008). A valorização do geopatrimónio no desenvolvimento sustentável de áreas rurais. *VII Colóquio Ibérico de Estudos Rurais*.

Rodrigues, M.L., Machado, C.R., & Freire, E. (2011). Geotourism routes in urban areas: a preliminar approach to the Lisbon geoheritage survey. *Geo Journal of Tourism and Geosites*, 2(8), 281-294.

Rodríguez-Estrella, T. (2001). El patrimonio hidrogeológico de la Región de Murcia. En: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (Ed.): Reflexiones

sobre el futuro de la agua ante el siglo XXI. *Libro homenaje a Emilio Pérez. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia*. Murcia, 225-257.

Santos, R. (2014). *Levantamento do geopatrimónio no concelho de Loures e definição de percursos geoturísticos* (Dissertação de mestrado). Lisboa, Universidade de Lisboa.

Serrano, E., Ruiz-Flaño, P. (2007). Geodiversity. A theoretical and applied concept. *Geographica Helvetica*, 62(3), 140-147.

Shaples, C. (1995). Geoconservation in forest management – principles and procedures, 7, 37-50.

Sharples, C. (1993). *A methodology for the identification of significant landforms and geological sites for geoconservation purposes*. Forestry Commission, Tasmania.

Sharples, C. (2002). *Concepts and principles of geoconservation*. Tasmanian Parks & Wildlife Service.

Simić, S. & Belij, S. (2008). Hydrological heritage in the geoheritage and nature protection system of Serbia. *International Scientific Conference BALWOIS*, 3, 1-7.

Simić, S. (2011). Hydrological heritage within protection of geodiversity in Serbia – legislation history. *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijic"*, 61(3), 17-32.

Simić, S., Gavrilović B., Živković N. & Gavrilović L. (2012) Protection of hydrological heritage sites of Serbia: Problems and perspectives. *Geographica Pannonica*, 16(3), 84-93.

Sousa D. & Nascimento, M. (2005). *Atividade de geoturismo no litoral de Icapuí/CE (NE do Brasil) e a necessidade de promover a preservação do patrimônio geológico*. *Anais SBG/Núcleo NE, Simp. Geol. do Nordeste*, 21(19), 398- 402.

Stueve, A., Cooks, S. & Dfrew, D. (2002). *The Geotourism Study: Phase I – Executive Summary*. Washington: Travel Industry Association of America.



Ter Braak, C.J.F. & Šmilauer, P. (2012). Canoco Reference Manual and User's Guide: Software for Ordination, Version 5.0. Microcomputer Power, Ithaca, USA.

Testa, B., Aldighieri, B., D'Alberto, L., Lucianetti, G. & Mazza R. (2018). Hydrogeology and hydromorphology: a proposal for a dual-key approach to assess the geo-hydrological heritage site of the San Lucano Valley (Belluno Dolomites, Italy). *Geoheritage*, 1(20), 1-20.

Thomas, C. (1985). *Grotteset Algares du Portugal*. Lisboa, 227p.

Thomas, M. (2012). A geomorphological approach to geodiversity – its applications to geoconservation and geotourism. *Quaestiones Geographicae*, 31(1), 81-89.

Worton, G.J. (2008). *A historical perspective on local communities and geological conservation*. In: Burek, C.V.; Prosser, C.D. History of Geoconservation. London: Geological Society of London. Special Publication 300, 137-146.

Outras referências:

Associação de Estudos Subterrâneos e Defesa do Ambiente (<https://aesda.org>) – Acedido em junho de 2019

Blog “Nascente do Rio Lis” (<http://nascentedoriolis.blogspot.com/>) – Acedido em novembro de 2018

Blog “O Prazer do BTT” (<https://bttcarreirinhos.blogspot.com>) – Acedido em novembro de 2018

Blog “Por Caminhos de Cister” (<http://porcaminhosdecister.blogspot.pt>) – Acedido em novembro de 2018

Blog Cidadania Rio Maior (<http://rio-maior-cidadania.blogspot.com>) – Acedido em novembro de 2018

Câmara Municipal de Alcobaça (<https://www.cm-alcobaca.pt>) – Acedido em novembro de 2018

Convenção sobre Zonas Húmidas (RAMSAR) (<https://www.ramsar.org/>) – Acedido em junho de 2019

Duarte, A, 2015: Arouca Global Geopark – valorização do património natural e cultural. Acedido em janeiro de 2019. Disponível em: (<https://ecoxxi.abae.pt/wp-content/uploads/sites/5/2015/05/12.Boaspr--ticas-ValorizacaoPatrimonio-Arouca.pdf>)

Fieldwork, fossil and mineral collecting. 10p. Acedido entre fevereiro e março de 2019. Disponível em: (<http://www.progeo.se/progeo-protocol-definitions-20110915.pdf>)

Geoconservation principles, sustainable site use, management. ([https://www.researchgate.net/figure/aso-ceramico-decorado-do-Abrigo-Grande-das-Bocas-MNA\\_fig2\\_290448579](https://www.researchgate.net/figure/aso-ceramico-decorado-do-Abrigo-Grande-das-Bocas-MNA_fig2_290448579)) – Acedido em novembro de 2019

Jornal “Rede Regional” (<https://www.rederegional.com>) – Acedido em junho de 2019

Jornal “Região de Cister” ([www.regiaodecister.pt](http://www.regiaodecister.pt)) – Acedido em novembro de 2018

LISOTEL (<https://www.lisotel.com>) – Acedido em junho de 2019

Núcleo de Espeleologia de Alcobaça (<http://espeleonealc.blogspot.com>) – Acedido em novembro de 2018

Portal da Câmara Municipal de Alcanena (<http://www.cm-alcanena.pt>) – Acedido em junho de 2019

Portal de Turismo Médio Tejo (<https://turismo.mediotejo.pt>) – Acedido em junho de 2019

Portal do Centro de Ciência Viva do Alviela (<https://alviela.cienciaviva.pt>) – Acedido em junho de 2019

Portal do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (<http://www2.icnf.pt>) – Acedido em junho de 2019

ProGEO, 2011: Conserving our shared geoheritage – a protocol on geoconservation principles, sustainable site use, management, fieldwork, fossil

and mineral collecting. 10p. Acedido em janeiro de 2019. Disponível em:  
([http://www.progeo.ngo/downloads/progeo\\_protocol\\_definitions.pdf](http://www.progeo.ngo/downloads/progeo_protocol_definitions.pdf))

Revista “Preguiça Magazine” (<http://preguicamagazine.com>) – Acedido em  
novembro de 2018

Sociedade Portuguesa de Espeleologia (<https://www.spe.pt>) – Acedido em  
junho de 2019





## ANEXOS

# FICHA-INVENTÁRIO DO PATRIMÓNIO HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO

Nº 1

## A. Descrição

1. Nome do geossítio: Poço Escuro
2. Área de estudo: MCE
3. Localização do geossítio: Louriceira
  - 3.1. Coordenadas: 39°36'45.24"N 8°42'47.23"
4. Data de observação: 18/09/15

## 6. Mapa



## B. Caracterização

7. Tipo de acessibilidade e grau de dificuldade:

7.1. De carro ☐

7.2. A pé Fácil ☐ Moderado ☐ Difícil ☒

8. Visibilidade:

Fraca ☐

Moderada ☒

Boa ☐ Porquê? Condicionada pela acessibilidade

9. Tipo de nascente: Perene ☐ Temporária ☒

10. Condicionamento estrutural:

Falha ☒

Fractura/Diaclase ☐

Contacto litológico ☒

11. Aspeto da exurgência:

Borbulhante (Olhos de Água) ☐

Fenda rochosa ☐

Gruta ☒

Difusa ☐

Outra \_\_\_\_\_

## 12. Intervenções antrópicas:

- Parcial ☒ Adequada ☒ Inadequada ☐
- Total ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐

De que tipo: Muro que evita que as águas da Ribeira dos Amiais se misturem com as do Alviela

## 13. Síntese descritiva do geossítio

O Poço Escuro integra-se no Complexo das Nascentes do Alviela e está classificada como Sítio RAMSAR pela Convenção sobre Zonas Húmidas desde 2005 (<https://www.ramsar.org/>). Esta nascente situa-se no sinclinal de Monsanto e nos limites do maciço, estando em contacto com rochas menos permeáveis do Jurássico, Cretácico e Terciário (Almeida *et al.*, 2000). Está localizada na base do canhão fluvio-cársico dos Amiais, num pequeno vale em U bastante estreito que corta a escarpa dos arrifes e estendendo-se por 100m no reverso da referida escarpa (Leal, 2014). Por se encontrar a um nível superior ao da nascente permanente, apenas expele água na sequência de precipitações muito elevadas. A sua área de alimentação provém dos Planaltos de Sto. António e de S. Mamede e do *Polje* de Minde, estendendo-se a sua bacia de alimentação por 180km<sup>2</sup> (Almeida, 2000). O “Nível”, construído no início do século XX, evita que as águas da ribeira dos Amiais se misturem com as do Alviela, a montante da captação (<http://www2.icnf.pt>).

## C. Importância e valorização

14. À escala: Local ☐ Regional ☒ Nacional ☐ Internacional ☐

## 15. Valores associados

Científico ☒

Histórico-cultural ☐

Qual? \_\_\_\_\_

Estético ☒

Qual? Inserido no canhão fluvio-cársico da Ribeira dos Amiais, o mais impressionante em Portugal, com várias formações cársicas (perdas, janela cársica, ressurgência) e detendo uma beleza única

Ecológico ☐

Qual? \_\_\_\_\_

16. Estado de conservação (integridade):

Perfeitamente conservado ☐

Alguma deterioração ☐

Deterioração importante ☒

Fortemente deteriorado ☐

De que tipo? Resultado de processos naturais (erosão)

17. Vulnerabilidade

Baixa ☒

Média ☐

Elevada ☐

Porquê? Só é utilizado para estudos científicos

**D. Potencialidades e ameaças**

18. Potencialidades de uso: Orientação, pedestrianismo, interpretação do geopatrimónio, educação ambiental, investigação científica, atividades promovidas pelo Centro de Ciência Viva do Alviela (Carsoscópio)

19. Ameaças atuais ou potenciais: Processos naturais (erosão hídrica)

20. Proteção:

Adequada ☒ Moderada ☐ Insuficiente ☐

21. Necessidade de medidas de proteção \_\_\_\_\_



# FICHA-INVENTÁRIO DO PATRIMÓNIO HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO

Nº 2

## A. Descrição

1. Nome do geossítio: Olhos de Água do Alviela
2. Área de estudo: MCE
3. Localização do geossítio: Louriceira
  - 3.1. Coordenadas: 39°26'44.20"N 8°42'43.47'
4. Data de observação: 18/09/15

## 6. Mapa



## B. Caracterização

7. Tipo de acessibilidade e grau de dificuldade:

7.1. De carro ☐

7.2. A pé Fácil ☒ Moderado ☐ Difícil ☐

8. Visibilidade:

Fraca ☐

Moderada ☐

Boa ☒ Porquê? Não existe qualquer obstáculo que impeça a sua observação

9. Tipo de nascente: Perene ☒ Temporária ☐

10. Condicionamento estrutural:

Falha ☒

Fractura/Diaclase ☐

Contacto litológico ☒

11. Aspeto da exurgência:

Borbulhante (Olhos de Água) ☒

Fenda rochosa ☐

Gruta ☐

Difusa ☐

Outra \_\_\_\_\_

12. Intervenções antrópicas:

- Parcial ☒ Adequada ☒ Inadequada ☐
- Total ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐

De que tipo: Acessos de apoio aos espeleólogos

13. Síntese descritiva do geossítio

A exsurgência dos Olhos de Água do Alviela é considerada a mais importante e caudalosa do MCE e do país (Thomas, 1985), tendo sido classificada em 2005 como Sítio RAMSAR (<https://www.ramsar.org/>). Esta nascente está situada a cerca de 55m de altitude na linha de cavalgamento dos arrifes, estando em contacto com as rochas impermeáveis da Bacia do Tejo. Sendo esta uma exsurgência permanente, debita cerca de 1,5 milhões de metros cúbicos de água por dia em pico de cheia, enquanto que na estação seca registam-se valores menores (30.000m<sup>3</sup>/dia) (Almeida, 2000). A área de alimentação provém dos Planaltos de Sto. António e de S. Mamede e do *Polje* de Minde, estendendo-se a sua bacia de alimentação por 180km<sup>2</sup> (Almeida, 2000). A nascente faz parte de um vasto complexo de grutas subterrâneas submersas, com esta nascente a atingir uma profundidade de 160m (Pedro Ivo Arriegas – chefe da equipa, comunicação pessoal) e um comprimento superior a 600m (<https://alviela.cienciaviva.pt>).

**C. Importância e valorização**

14. À escala: Local ☐ Regional ☒ Nacional ☒ Internacional ☐

15. Valores associados

Científico ☒

Histórico-cultural ☒

Qual? Lenda que dá o nome à nascente, desde 1880 que abastece Lisboa, utilização por lavadeiras e pescadores, funcionamento de azenhas, localização de indústrias de curtumes

Estético ☒

Qual? A montante da nascente é possível observar o imponente canhão fluvio-cársico da Ribeira dos Amiais e outras exsurgências e a jusante pode-se observar a praia fluvial e a gruta submersa

Ecológico ☒

Qual? Vegetação vascular e muscinal, presença de invertebrados cavernícolas, fauna aquática e anfíbia

16. Estado de conservação (integridade):

Perfeitamente conservado ☐

Alguma deterioração ☒

Deterioração importante ☐

Fortemente deteriorado ☐

De que tipo? Erosão hídrica

17. Vulnerabilidade

Baixa ☒

Média ☐

Elevada ☐

Porquê? A sua utilização está limitada aos investigadores e outros profissionais

**D. Potencialidades e ameaças**

18. Potencialidades de uso: Orientação, espeleomergulho, atividades promovidas pelo Centro de Ciência Viva (Carsoscópio), investigação científica, educação ambiental, interpretação do geopatrimónio, pedestrianismo, abastecimento de água, praia fluvial, canoagem, BTT, festividades

19. Ameaças atuais ou potenciais: Erosão hídrica

20. Proteção:

Adequada ☒ Moderada ☐ Insuficiente ☐

21. Necessidade de medidas de proteção\_\_\_\_\_

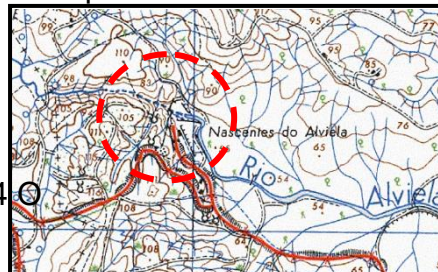
# FICHA-INVENTÁRIO DO PATRIMÓNIO HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO

Nº 3

## A. Descrição

1. Nome do geossítio: Gruta do Alviela
2. Área de estudo: MCE
3. Localização do geossítio: Louriceira
  - 3.1. Coordenadas: 39°26'44.21"N 8°42'43.64"E
4. Data de observação: 18/09/15

## 6. Mapa



## B. Caracterização

7. Tipo de acessibilidade e grau de dificuldade:

7.1. De carro ☐

7.2. A pé Fácil ☒ Moderado ☐ Difícil ☐

8. Visibilidade:

Fraca ☐

Moderada ☐

Boa ☒ Porquê? Não existe nenhum obstáculo (e.g. vegetação) a impedir a sua observação

9. Tipo de nascente: Perene ☐ Temporária ☒

10. Condicionamento estrutural:

Falha ☒

Fractura/Diaclase ☐

Contacto litológico ☒

11. Aspeto da exurgência:

Borbulhante (Olhos de Água) ☐

Fenda rochosa ☐

Gruta ☒

Difusa ☐

Outra \_\_\_\_\_

12. Intervenções antrópicas:

- Parcial ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐
- Total ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐

De que tipo \_\_\_\_\_

13. Síntese descritiva do geossítio

A exsurgência da Gruta do Alviela está integrada no Complexo das Nascentes do Alviela e encontra-se classificada como Sítio RAMSAR desde 2005 (<https://www.ramsar.org/>). Esta nascente situa-se na escarpa de falha do Arrife em contacto com rochas menos permeáveis do Jurássico, Cretácico e Terciário (Almeida *et al.*, 2000) e no limite do canhão flúvio-cársico dos Amiais, um vale muito cavado de vertentes estreitas e abruptas. Por se encontrar a um nível superior ao da nascente permanente, apenas expele água quando existem precipitações muito elevadas, ou seja, trata-se de uma exsurgência temporária. Esta nascente comunica ainda com o coletor principal por um poço inundado.

**C. Importância e valorização**

14. À escala: Local ☐ Regional ☒ Nacional ☐ Internacional ☐

15. Valores associados

Científico ☒

Histórico-cultural ☐

Qual? \_\_\_\_\_

Estético ☒

Qual? A nascente está inserida no mais impressionante fenómeno cársico, o canhão flúvio-cársico da Ribeira dos Amiais e a jusante situam-se os Olhos de Água do Alviela e no inverno a Gruta do Alviela transforma-se numa cascata

Ecológico ☒

Qual? Vegetação vascular e muscinal assim como a presença de invertebrados cavernícolas, fauna aquática e anfíbia



16. Estado de conservação (integridade):

Perfeitamente conservado ☐

Alguma deterioração ☒

Deterioração importante ☐

Fortemente deteriorado ☐

De que tipo? Erosão e instabilidade das vertentes

17. Vulnerabilidade

Baixa ☒

Média ☐

Elevada ☐

Porquê? Visitação está limitada a atividades organizadas pelo CARSOSCÓPIO ou pela Sociedade Portuguesa de Espeleologia

**D. Potencialidades e ameaças**

18. Potencialidades de uso: Orientação, atividades desenvolvidas pelo Centro de Ciência Viva (CARSOSCÓPIO), investigação científica, educação ambiental, interpretação do geopatrimónio, pedestrianismo, BTT, espeleomergulho, espeleologia, festividades

19. Ameaças atuais ou potenciais: Processos erosivos

20. Proteção:

Adequada ☒ Moderada ☐ Insuficiente ☐

21. Necessidade de medidas de proteção\_\_\_\_\_

# FICHA-INVENTÁRIO DO PATRIMÓNIO HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO

Nº 4

## A. Descrição

1. Nome do geossítio: Olho de Mari'Paula

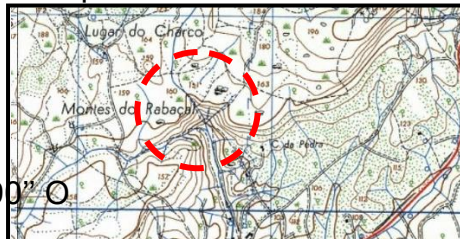
2. Área de estudo: MCE

3. Localização do geossítio: Vila Moreira

3.1. Coordenadas: 39°28'51.35"N 8°40'45.90" O

4. Data de observação: 18/09/15

## 6. Mapa



## B. Caracterização

7. Tipo de acessibilidade e grau de dificuldade:

7.1. De carro ☐

7.2. A pé Fácil ☒ Moderado ☐ Difícil ☐

8. Visibilidade:

Fraca ☐

Moderada ☐

Boa ☒ Porquê? Não existe nenhum obstáculo à sua observação

9. Tipo de nascente: Perene ☐ Temporária ☒

10. Condicionamento estrutural:

Falha ☒

Fractura/Diaclase ☐

Contacto litológico ☒

11. Aspeto da exurgência:

Borbulhante (Olhos de Água) ☐

Fenda rochosa ☒

Gruta ☐

Difusa ☐

Outra \_\_\_\_\_

12. Intervenções antrópicas:

- Parcial ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐
- Total ☒ Adequada ☒ Inadequada ☐

De que tipo: Reposição dos blocos de pedra calcária que haviam sido removidos da zona da nascente, reposição da morfologia inicial do terreno, desmatção da zona envolvente e construção de uma estrutura em betão armado que permitirá aos espeleólogos e outros investigadores aceder à nascente de forma subterrânea

13. Síntese descritiva do geossítio

A exsurgência do Olho de Mari'Paula está situada a 90m de altitude no arrife de Vila Moreira e no sistema de falhas relacionado com o acidente cavalgante dos arrifes. Esta é uma nascente temporária chegando a atingir um caudal máximo estimado de 200.000m<sup>3</sup>/dia em períodos de ponta (Thomas, 1985; Crispim, 1995). Esta nascente recebe uma contribuição importante do *Polje* de Minde, que curiosamente nos períodos em que a nascente permanece inativa, toda a drenagem se direciona para os Olhos de Água do Alviela (Almeida *et al.*, 2000).

**C. Importância e valorização**

14. À escala: Local ☐ Regional ☒ Nacional ☐ Internacional ☐

15. Valores associados

Científico ☒

Histórico-cultural ☐

Qual? \_\_\_\_\_

Estético ☒

Qual? Enquadrado pelo acidente tectónico (Arrife de Vila Moreira) que delimita o MCE da Bacia do Tejo e ao longo do percurso pedestre ainda é possível observar não só o arrife como também a Costa de Minde, tornando um dos melhores sítios para observar elementos geomorfológicos e geológicos

Ecológico ☒

Qual? Vegetação mediterrânea

16. Estado de conservação (integridade):

Perfeitamente conservado ☐

Alguma deterioração ☒

Deterioração importante ☐

Fortemente deteriorado ☐

De que tipo? Processo erosivo

17. Vulnerabilidade

Baixa ☐

Média ☐

Elevada ☒

Porquê? Ação antrópica, sendo muito fácil alterar a morfologia do local

**D. Potencialidades e ameaças**

18. Potencialidades de uso: Espeleologia, investigação científica, educação ambiental, interpretação do geopatrimónio, pedestrianismo, BTT

19. Ameaças atuais ou potenciais: Erosão e degradação pela ação antrópica

20. Proteção:

Adequada ☐ Moderada ☐ Insuficiente ☒

21. Necessidade de medidas de proteção: Placa informativa sobre o geossítio e a importância de preservar o mesmo

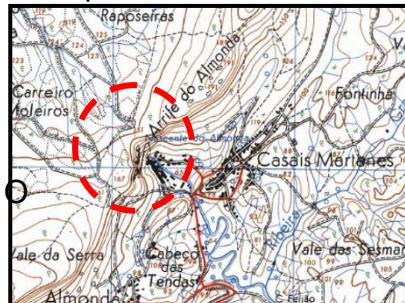
# FICHA-INVENTÁRIO DO PATRIMÓNIO HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO

Nº 5

## A. Descrição

1. Nome do geossítio: Olho do Moinho da Fonte
2. Área de estudo: MCE
3. Localização do geossítio: Casais Martanes
  - 3.1. Coordenadas: 39°30'17.21"N 8°36'55.24" O
4. Data de observação: 2/10/15

## 6. Mapa



## B. Caraterização

7. Tipo de acessibilidade e grau de dificuldade:

7.1. De carro ☐

7.2. A pé Fácil ☒ Moderado ☐ Difícil ☐

8. Visibilidade:

Fraca ☐

Moderada ☐

Boa ☒ Porquê? Não existe nenhum obstáculo a impedir a observação

9. Tipo de nascente: Perene ☒ Temporária ☐

10. Condicionamento estrutural:

Falha ☒

Fractura/Diaclase ☐

Contacto litológico ☒

11. Aspeto da exurgência:

Borbulhante (Olhos de Água) ☐

Fenda rochosa ☐

Gruta ☒

Difusa ☐

Outra \_\_\_\_\_



12. Intervenções antrópicas:

- Parcial ☒ Adequada ☒ Inadequada ☐
- Total ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐

De que tipo: Represa para o abastecimento da Fábrica da RENOVA

13. Síntese descritiva do geossítio

A exurgência do Olho do Moinho da Fonte, também conhecida como a Gruta do Almonda, situa-se a 75m de altitude e localiza-se a sudoeste do *Polje* de Minde e na base da escarpa do Arrife do Almonda, estando em contacto com os calcários do Jurássico médio e os calcários margosos do Jurássico superior e as formações menos permeáveis da Bacia do Tejo (Luís & Arriegas, 2015). A gruta estende-se por cerca de 15km e representa a mais extensa rede cársica de Portugal (<https://turismo.mediotejo.pt>). Os caudais desta exurgência perene variam em média entre 20.000m<sup>3</sup>/dia e 1.000.000m<sup>3</sup>/dia, chegando a atingir um caudal de cheia de 45.000.000m<sup>3</sup>/dia (Leal, 2014). A área de alimentação provém do Planalto de S. Mamede, da Serra de Aire, de Moitas Vendas e do setor sudeste do *Polje* de Minde (Luís & Arriegas, 2015). Em conjunto com as nascentes do Alviela, esta exurgência encontra-se também classificada como Sítio RAMSAR desde 2005 (<https://www.ramsar.org/>).

**C. Importância e valorização**

14. À escala: Local ☐ Regional ☒ Nacional ☐ Internacional ☐

15. Valores associados

Científico ☒

Histórico-cultural ☒

Qual? Classificada com Imóvel de Interesse Público, jazidas arqueológicas e pinturas rupestres, instalação de moinhos de água e produção de eletricidade através de uma central hidroelétrica, localização da Fábrica da RENOVA

Estético ☒

Qual? Enquadrado pelo imponente Arrife do Almonda que delimita o MCE da Bacia do Tejo, sendo um dos melhores locais para observar elementos geomorfológicos e geológicos

Ecológico ☒

Qual? Pequenos sistemas de espécies ripícolas (e.g. choupos, algas, agrião, avenca), de macroinvertebrados (moluscos gastrópodes) e abrigos de morcegos com importância nacional de cerca de 150 indivíduos de 6 espécies diferentes e seres invertebrados (Palmeirim & Rodrigues, 1992)

16. Estado de conservação (integridade):

Perfeitamente conservado ☐

Alguma deterioração ☒

Deterioração importante ☐

Fortemente deteriorado ☐

De que tipo? Processo erosivo

17. Vulnerabilidade

Baixa ☒

Média ☐

Elevada ☐

Porquê? O acesso à nascente está interdito aos turistas por questões de segurança e só está acessível aos investigadores

**D. Potencialidades e ameaças**

18. Potencialidades de uso: Espeleologia, espeleomergulho, investigação científica, educação ambiental, interpretação do geopatrimónio, abastecimento de água, atividades promovidas Centro de Interpretação Subterrânea da Gruta do Almonda

19. Ameaças atuais ou potenciais: Processo erosivo

20. Proteção:

Adequada ☒ Moderada ☐ Insuficiente ☐

21. Necessidade de medidas de proteção \_\_\_\_\_

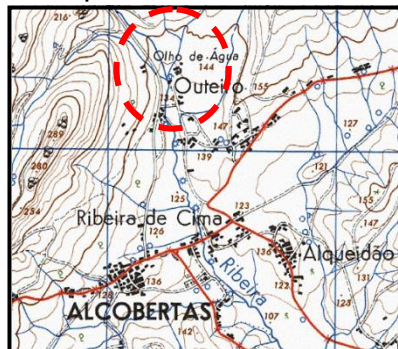
# FICHA-INVENTÁRIO DO PATRIMÓNIO HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO

Nº 6

## A. Descrição

1. Nome do geossítio: Olho de Água de Alcobertas
2. Área de estudo: MCE
3. Localização do geossítio: Alcobertas
  - 3.1. Coordenadas: 39°25'35.57"N 8°54'19.73" O
4. Data de observação: 19/05/15

## 6. Mapa



## B. Caracterização

### 7. Tipo de acessibilidade e grau de dificuldade:

- 7.1. De carro ☒
- 7.2. A pé Fácil ☒ Moderado ☐ Difícil ☐

### 8. Visibilidade:

- Fraca ☐
- Moderada ☐
- Boa ☒ Porquê? Não existe nenhum obstáculo que limite a sua observação

### 9. Tipo de nascente: Perene ☒ Temporária ☐

### 10. Condicionamento estrutural:

- Falha ☒
- Fractura/Diaclase ☐
- Contacto litológico ☒

### 11. Aspeto da exurgência:

- Borbulhante (Olhos de Água) ☐
- Fenda rochosa ☐
- Gruta ☒
- Difusa ☐
- Outra \_\_\_\_\_

12. Intervenções antrópicas:

- Parcial ☒ Adequada ☒ Inadequada ☐
- Total ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐

De que tipo: Construção de um muro parcial e de escadas de acesso à nascente

13. Síntese descritiva do geossítio

A exsurgência do Olho de Água de Alcobertas localiza-se a Este da Serra dos Candeeiros, em rochas menos permeáveis do Jurássico superior (Almeida *et al.*, 2000). Esta nascente ocorre numa gruta com cerca de 130m de galeria inundada, retilínea e horizontal, tendo sido alvo de exploração através de espeleomergulho no final da década de 1980 (<http://www.natural.pt>). A área de alimentação provém do Planalto de Sto. António, chegando esta nascente a debitar 100.000m<sup>3</sup>/dia (<http://www2.icnf.pt>).

**C. Importância e valorização**

14. À escala: Local ☐ Regional ☒ Nacional ☐ Internacional ☐

15. Valores associados

Científico ☒

Histórico-cultural ☒

Qual? Demolha de tremoços, abastecimento de água, azenhas, levadas, aquedutos

Estético ☒

Qual? Vista panorâmica da Serra dos Candeeiros, remodelação recente do espaço, com colocação de diversas espécies arbustivas e a presença de água durante o ano inteiro

Ecológico ☒

Qual? Diversas espécies ripícolas (e.g. agrião selvagem, salgueiros, choupos, figueiras, cogumelos e macroinvertebrados (moluscos gastrópodes)

16. Estado de conservação (integridade):

Perfeitamente conservado ☐

Alguma deterioração ☒

Deterioração importante ☐

Fortemente deteriorado ☐

De que tipo? Erosão hídrica

17. Vulnerabilidade

Baixa ☐

Média ☒

Elevada ☐

Porquê? Ação antrópica

**D. Potencialidades e ameaças**

18. Potencialidades de uso: Investigação científica, interpretação do geopatrimónio, pedestrianismo, abastecimento de água, prática de BTT, lazer (parque de merendas)

19. Ameaças atuais ou potenciais: Processo erosivo

20. Proteção:

Adequada ☒ Moderada ☐ Insuficiente ☐

21. Necessidade de medidas de proteção\_\_\_\_\_



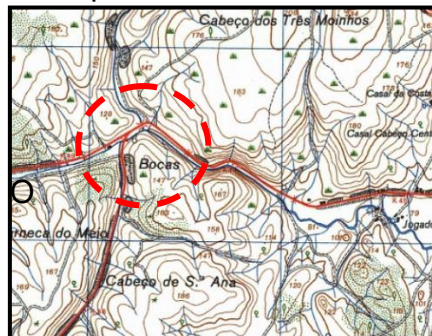
# FICHA-INVENTÁRIO DO PATRIMÓNIO HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO

Nº 7

## A. Descrição

1. Nome do geossítio: Bocas de Rio Maior
2. Área de estudo: MCE
3. Localização do geossítio: Rio Maior
  - 3.1. Coordenadas: 39°20'45.62"N 8°58'09.97"
4. Data de observação: 19/09/15

## 6. Mapa



## B. Caracterização

### 7. Tipo de acessibilidade e grau de dificuldade:

7.1. De carro ☐

7.2. A pé Fácil ☐ Moderado ☒ Difícil ☐

### 8. Visibilidade:

Fraca ☐

Moderada ☒

Boa ☐ Porquê? Algumas nascentes estão cobertas pela vegetação

9. Tipo de nascente: Perene ☐ Temporária ☒

### 10. Condicionamento estrutural:

Falha ☒

Fractura/Diaclase ☐

Contacto litológico ☒

### 11. Aspeto da exurgência:

Borbulhante (Olhos de Água) ☐

Fenda rochosa ☒

Gruta ☐

Difusa ☐

Outra \_\_\_\_\_

12. Intervenções antrópicas:

- Parcial ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐
- Total ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐

De que tipo\_\_\_\_\_

13. Síntese descritiva do geossítio

As Bocas de Rio Maior localizam-se no setor sul da Serra dos Candeeiros entre as camadas do Jurássico superior e do Miocénico e no setor sul da falha de Rio Maior-Porto de Mós-Batalha. A designação de “Bocas” é dada ao conjunto de exsurgências temporárias que formam o Rio Maior. Estas estão situadas no fundo de uma estreita garganta de um vale cujas vertentes alcantiladas têm entre 50 a 80m de altura. A sua área de alimentação provém da Serra dos Candeeiros, podendo as nascentes debitar um caudal elevado durante o período de ponta, mas de curta duração (Almeida *et al.*, 2000). Perto das nascentes, encontra-se o Buraco da Moura, uma falha na zona oeste da Serra dos Candeeiros onde é possível observar em vários pontos a água que alimenta as “Bocas” e onde os espeleólogos realizam as suas explorações subaquáticas. Em 2016 foram descobertas mais de 150m de novas galerias subterrâneas (<https://aesda.org>).

**C. Importância e valorização**

14. À escala: Local ☐ Regional ☒ Nacional ☐ Internacional ☐

15. Valores associados

Científico ☒

Histórico-cultural ☒

Qual? Central termoelétrica, azenhas, vila romana, jazidas arqueológicas, festividade, aquedutos

Estético ☒

Qual? Valor estético médio, pois as nascentes estão no curso do rio, com a presença contígua da estrada nacional

Ecológico ☒

Qual? Espécies ripícolas (e.g. choupos, salgueiros, entre outros)

16. Estado de conservação (integridade):

Perfeitamente conservado ☒

Alguma deterioração ☐

Deterioração importante ☐

Fortemente deteriorado ☐

De que tipo? \_\_\_\_\_

17. Vulnerabilidade

Baixa ☒

Média ☐

Elevada ☐

Porquê? Desconhecido do público e não há indicações sobre localização das nascentes

**D. Potencialidades e ameaças**

18. Potencialidades de uso: Investigação científica, educação ambiental, interpretação do geopatrimónio, pedestrianismo

19. Ameaças atuais ou potenciais: Processo erosivo

20. Proteção:

Adequada ☒ Moderada ☐ Insuficiente ☐

21. Necessidade de medidas de proteção \_\_\_\_\_

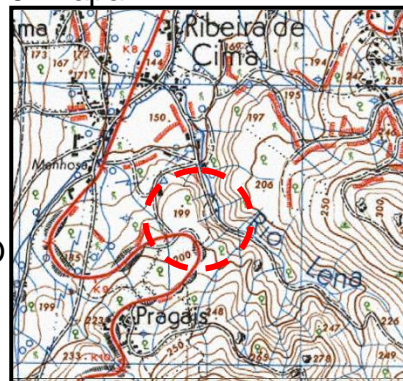
# FICHA-INVENTÁRIO DO PATRIMÓNIO HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO

Nº 8

## A. Descrição

1. Nome do geossítio: Olho de Água da Ribeira de Cima
2. Área de estudo: MCE
3. Localização do geossítio: Ribeira de Cima
  - 3.1. Coordenadas: 39°34'58.83"N 8°49'09.63" O
4. Data de observação: 20/09/15

## 6. Mapa



## B. Caracterização

7. Tipo de acessibilidade e grau de dificuldade:

7.1. De carro

☒

7.2. A pé

Fácil

☒

Moderado

☐

Difícil

☐

8. Visibilidade:

Fraca

☐

Moderada

☐

Boa

☒

Porquê? Não existe nenhum obstáculo a impedir a sua observação

9. Tipo de nascente:

Perene

☒

Temporária

☐

10. Condicionamento estrutural:

Falha

☒

Fractura/Diaclase

☐

Contacto litológico

☒

11. Aspeto da exurgência:

Borbulhante (Olhos de Água)

☐

Fenda rochosa

☒

Gruta

☐

Difusa

☐

Outra \_\_\_\_\_

12. Intervenções antrópicas:

- Parcial ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐
- Total ☒ Adequada ☐ Inadequada ☒

De que tipo: Construção de uma estrutura ao abrigo do programa LEADER II/ADAE

13. Síntese descritiva do geossítio

O Olho de Água da Ribeira de Cima é uma exsurgência perene. Situa-se no bordo norte do Planalto de Sto. António e a Este da Serra dos Candeeiros e encontra-se em contacto com as camadas do Jurássico médio. A sua área de alimentação provém de uma pequena área do Planalto de Sto. António e da depressão cársica de Chão das Pias, registando valores de descarga entre 60.000.000 e 70.000.000m<sup>3</sup>/dia (Almeida *et al.*, 2000).

**C. Importância e valorização**

14. À escala: Local ☐ Regional ☒ Nacional ☐ Internacional ☐

15. Valores associados

Científico ☐

Histórico-cultural ☒

Qual? Lenda, piscina fluvial

Estético ☐

Qual? \_\_\_\_\_

Ecológico ☒

Qual? Espécies ripícolas (e.g. avenca, choupos, vime), figueiras, macroinvertebrados (moluscos gastrópodes)



16. Estado de conservação (integridade):

Perfeitamente conservado ☐

Alguma deterioração ☐

Deterioração importante ☐

Fortemente deteriorado ☒

De que tipo? Descaracterização da nascente

17. Vulnerabilidade

Baixa ☐

Média ☒

Elevada ☐

Porquê? Ação humana

**D. Potencialidades e ameaças**

18. Potencialidades de uso: Prática de pedestrianismo e BTT e abastecimento de água

19. Ameaças atuais ou potenciais: Ação antrópica

20. Proteção:

Adequada ☐ Moderada ☐ Insuficiente ☒

21. Necessidade de medidas de proteção: Informação sobre o geossítio e sobre a importância de preservar o património hidrogeológico

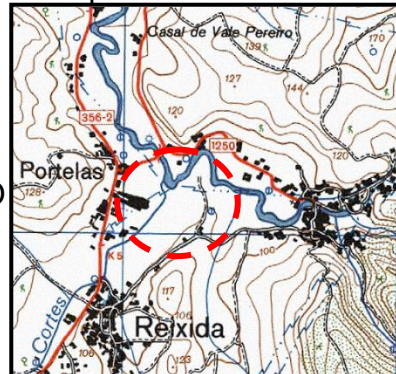
# FICHA-INVENTÁRIO DO PATRIMÓNIO HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO

Nº 9

## A. Descrição

1. Nome do geossítio: Pego
2. Área de estudo: MCE
3. Localização do geossítio: Reixida
  - 3.1. Coordenadas: 39°41'02.96"N 8°46'47.25" O
4. Data de observação: 4/10/15

## 6. Mapa



## B. Caracterização

7. Tipo de acessibilidade e grau de dificuldade:

7.1. De carro ☐

7.2. A pé Fácil ☒ Moderado ☐ Difícil ☐

8. Visibilidade:

Fraca ☐

Moderada ☒

Boa ☐ Porquê? Não é muito perceptível por causa da vegetação

9. Tipo de nascente: Perene ☒ Temporária ☐

10. Condicionamento estrutural:

Falha ☒

Fractura/Diaclase ☐

Contacto litológico ☒

11. Aspeto da exurgência:

Borbulhante (Olhos de Água) ☐

Fenda rochosa ☒

Gruta ☐

Difusa ☐

Outra \_\_\_\_\_

12. Intervenções antrópicas:

- Parcial ☒ Adequada ☒ Inadequada ☐
- Total ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐

De que tipo: Muro com rede que delimita a piscina natural

13. Síntese descritiva do geossítio

A exurgência do Pego integra o conjunto de nascentes do Lis e consiste numa exurgência perene. Esta nascente está situada entre as camadas do Jurássico médio e superior e próximo da falha do Reguengo do Fetal, a oeste da Plataforma de Fátima. A sua área de alimentação provém do Planalto de S. Mamede.

**C. Importância e valorização**

14. À escala: Local ☐ Regional ☒ Nacional ☐ Internacional ☐

15. Valores associados

Científico ☒

Histórico-cultural ☒

Qual? Lenda, abastecimento de água para as populações e agricultura

Estético ☒

Qual? Presença de uma piscina natural e fauna e flora importante e por estar enquadrado pela Plataforma de Fátima e pela Falha do Reguengo do Fetal

Ecológico ☒

Qual? Espécies ripícolas (e.g. agrião, choupos, vime e salgueiros), outras espécies cultivadas (e.g. figueiras), fauna (e.g. macroinvertebrados (moluscos gastrópodes), peixes, cágados)

16. Estado de conservação (integridade):

Perfeitamente conservado ☐

Alguma deterioração ☒

Deterioração importante ☐

Fortemente deteriorado ☐

De que tipo? Erosão

17. Vulnerabilidade

Baixa ☒

Média ☐

Elevada ☐

Porquê? Não é do total conhecimento dos turistas e por se encontrar protegido através de vedação

**D. Potencialidades e ameaças**

18. Potencialidades de uso: Interpretação do geopatrimónio, abastecimento de água, prática de pedestrianismo, BTT e mergulho

19. Ameaças atuais ou potenciais\_\_\_\_\_

20. Proteção:

Adequada ☒ Moderada ☐ Insuficiente ☐

21. Necessidade de medidas de proteção\_\_\_\_\_

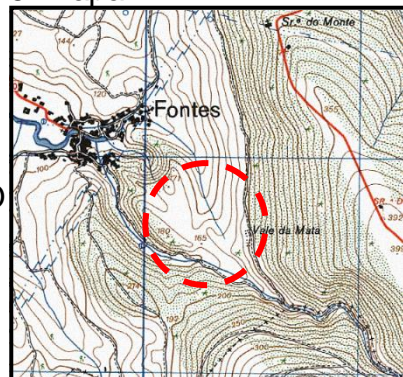
# FICHA-INVENTÁRIO DO PATRIMÓNIO HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO

Nº 10

## A. Descrição

1. Nome do geossítio: Grotas
2. Área de estudo: MCE
3. Localização do geossítio: Fontes
- 3.1. Coordenadas: 39°41'04.73"N 8°46'04.56" O
4. Data de observação: 4/10/15

## 6. Mapa



## B. Caracterização

7. Tipo de acessibilidade e grau de dificuldade:

7.1. De carro ☐

7.2. A pé Fácil ☒ Moderado ☐ Difícil ☐

8. Visibilidade:

Fraca ☐

Moderada ☐

Boa ☒ Porquê? Não existe qualquer obstáculo que limite a sua observação

9. Tipo de nascente: Perene ☐ Temporária ☒

10. Condicionamento estrutural:

Falha ☒

Fractura/Diaclase ☐

Contacto litológico ☒

11. Aspeto da exurgência:

Borbulhante (Olhos de Água) ☐

Fenda rochosa ☒

Grotas ☐

Difusa ☐

Outra \_\_\_\_\_



12. Intervenções antrópicas:

- Parcial ☒ Adequada ☒ Inadequada ☐
- Total ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐

De que tipo: Melhoria dos acessos à nascente e identificação da mesma e a cobertura do poço onde se situa a exsurgência

13. Síntese descritiva do geossítio

A exsurgência temporária da Grotta integra o conjunto de nascentes do Lis, estando localizada a 90m de altitude e situada nas camadas do Jurássico superior, e próxima da falha do Reguengo do Fetal e a oeste da Plataforma de Fátima e do Planalto de S. Mamede.

**C. Importância e valorização**

14. À escala: Local ☐ Regional ☒ Nacional ☐ Internacional ☐

15. Valores associados

Científico ☒

Histórico-cultural ☒

Qual? Lenda, abastecimento de água, levadas, azenhas

Estético ☒

Qual? Valor estético importante, pois, tem vista panorâmica do Planalto de S. Mamede e durante o inverno é impressionante observar a quantidade e força da água a fluir no rio com formação de “rápidos”

Ecológico ☒

Qual? Espécies ripícolas (nomeadamente salgueiros) para além de sobreiros, figueiras e outras espécies mediterrânicas

16. Estado de conservação (integridade):

Perfeitamente conservado ☐

Alguma deterioração ☒

Deterioração importante ☐

Fortemente deteriorado ☐

De que tipo? Processo erosivo

17. Vulnerabilidade

Baixa ☐

Média ☐

Elevada ☒

Porquê? Ação humana

**D. Potencialidades e ameaças**

18. Potencialidades de uso: Interpretação do geopatrimónio, abastecimento de água, prática de pedestrianismo e de BTT, educação ambiental, passeios a cavalo, atividades de lazer

19. Ameaças atuais ou potenciais: Ação antrópica

20. Proteção:

Adequada ☐ Moderada ☐ Insuficiente ☒

21. Necessidade de medidas de proteção: Informação sobre a importância do geossítio e da sua preservação

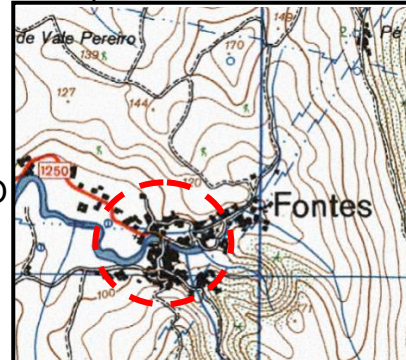
# FICHA-INVENTÁRIO DO PATRIMÓNIO HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO

Nº 11

## A. Descrição

1. Nome do geossítio: Fonte da Capela
2. Área de estudo: MCE
3. Localização do geossítio: Fontes
  - 3.1. Coordenadas: 39°41'08.77"N 8°46'19.28" O
4. Data de observação: 4/10/15

## 6. Mapa



## B. Caracterização

### 7. Tipo de acessibilidade e grau de dificuldade:

- 7.1. De carro ☒
- 7.2. A pé Fácil ☒ Moderado ☐ Difícil ☐

### 8. Visibilidade:

- Fraca ☐
- Moderada ☐
- Boa ☒ Porquê? Nenhum obstáculo à sua observação

### 9. Tipo de nascente: Perene ☒ Temporária ☐

### 10. Condicionamento estrutural:

- Falha ☒
- Fractura/Diaclase ☐
- Contacto litológico ☒

### 11. Aspeto da exurgência:

- Borbulhante (Olhos de Água) ☐
- Fenda rochosa ☐
- Gruta ☐
- Difusa ☐
- Outra: Intervenção antrópica (fonte)

12. Intervenções antrópicas:

- Parcial ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐
- Total ☒ Adequada ☐ Inadequada ☒

De que tipo: Fonte que tem como finalidade a rega dos campos agrícolas

13. Síntese descritiva do geossítio

A exsurgência perene da Fonte da Capela integra o conjunto de nascentes do Lis. O seu enquadramento geológico e hidrológico é igual ao da Grotta.

**C. Importância e valorização**

14. À escala: Local ☐ Regional ☒ Nacional ☐ Internacional ☐

15. Valores associados

Científico ☒

Histórico-cultural ☒

Qual? Lenda, abastecimento de água

Estético ☒

Qual? Vista panorâmica para o Planalto de S. Mamede e pela presença de fauna e flora interessante

Ecológico ☒

Qual? Fauna (e.g. patos, peixes, macroinvertebrados (moluscos gastrópodes)) e de espécies ripícolas (e.g. salgueiros, choupos, briófitos, etc.)

16. Estado de conservação (integridade):

Perfeitamente conservado ☐

Alguma deterioração ☐

Deterioração importante ☐

Fortemente deteriorado ☒

De que tipo? Intervenção antrópica alterou o aspeto original da nascente

17. Vulnerabilidade

Baixa ☒

Média ☐

Elevada ☐

Porquê? Só é utilizado para a rega dos campos agrícolas

**D. Potencialidades e ameaças**

18. Potencialidades de uso: Interpretação ao geopatrimónio, abastecimento de água, prática de pedestrianismo, BTT e pesca desportiva

19. Ameaças atuais ou potenciais\_\_\_\_\_

20. Proteção:

Adequada ☒ Moderada ☐ Insuficiente ☐

21. Necessidade de medidas de proteção\_\_\_\_\_



# FICHA-INVENTÁRIO DO PATRIMÓNIO HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO

Nº 12

## A. Descrição

1. Nome do geossítio: Olho da Mãe d'Água

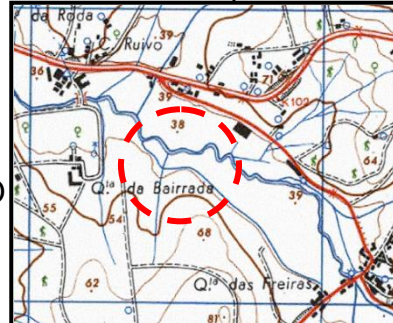
2. Área de estudo: MCE

3. Localização do geossítio: Chiqueda de Baixo

3.1. Coordenadas: 39°32'17.23"N 8°56'58.97" O

4. Data de observação: 3/10/15

6. Mapa



## B. Caracterização

7. Tipo de acessibilidade e grau de dificuldade:

7.1. De carro ☐

7.2. A pé Fácil ☒ Moderado ☐ Difícil ☐

8. Visibilidade:

Fraca ☐

Moderada ☐

Boa ☒ Porquê? Não existe qualquer obstáculo à sua observação

9. Tipo de nascente: Perene ☒ Temporária ☐

10. Condicionamento estrutural:

Falha ☐

Fractura/Diaclase ☐

Contacto litológico ☒

11. Aspeto da exurgência:

Borbulhante (Olhos de Água) ☐

Fenda rochosa ☐

Gruta ☐

Difusa ☐

Outra Intervenção antrópica (estrutura)

12. Intervenções antrópicas:

- Parcial ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐
- Total ☒ Adequada ☐ Inadequada ☒

De que tipo: Construção de estrutura que destruiu as características da nascente

13. Síntese descritiva do geossítio

A exsurgência do Olho da Mãe d'Água está integrada no conjunto de nascentes do Alcoa e situa-se no bordo oeste da Serra dos Candeeiros, já na Plataforma de Aljubarrota, perto do contacto entre os calcários e calcários margosos das Camadas de Montejunto, com as fáceis mais margosas das Camadas de Alcobaça (Almeida *et al.*, 2000). Esta nascente perene é a única que detém características especiais, com uma temperatura de água mais elevada e maiores concentrações em sulfatos, cloretos, cálcio e sódio (Almeida *et al.*, 2000). A sua área de alimentação provém da Serra dos Candeeiros (Almeida *et al.*, 2000).

**C. Importância e valorização**

14. À escala: Local ☐ Regional ☒ Nacional ☐ Internacional ☐

15. Valores associados

Científico ☒

Histórico-cultural ☒

Qual? Lenda, abastecimento de água para o Mosteiro de Alcobaça e população, azenhas, produção de eletricidade, festividade

Estético ☒

Qual? Baixo por não apresentar qualquer singularidade visual e por se encontrar degradada e descaracterizada

Ecológico ☒

Qual? Espécies ripícolas (e.g. avenca, algas, moluscos gastrópodes)

16. Estado de conservação (integridade):

Perfeitamente conservado ☐

Alguma deterioração ☐

Deterioração importante ☐

Fortemente deteriorado ☒

De que tipo? Intervenção antrópica que destruiu a nascente

17. Vulnerabilidade

Baixa ☒

Média ☐

Elevada ☐

Porquê? A nascente passa despercebida aos turistas

**D. Potencialidades e ameaças**

18. Potencialidades de uso: Eventos promovidos pela Associação Azenhas de Chiqueda como a “caça ao tesouro”, noites de fado e desfile de chita

19. Ameaças atuais ou potenciais \_\_\_\_\_

20. Proteção:

Adequada ☐ Moderada ☒ Insuficiente ☐

21. Necessidade de medidas de proteção: Consciencialização para a preservação do património hidrológico

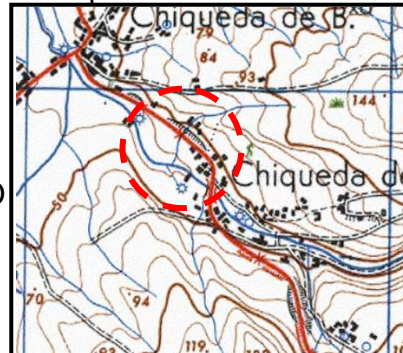
# FICHA-INVENTÁRIO DO PATRIMÔNIO HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO

Nº 13

## A. Descrição

1. Nome do geossítio: Olho de Água de Chiqueda1
2. Área de estudo: MCE
3. Localização do geossítio: Chiqueda de Baixo
  - 3.1. Coordenadas: 39°32'15.91"N 8°56'53.13" O
4. Data de observação: 3/10/15

## 6. Mapa



## B. Caracterização

7. Tipo de acessibilidade e grau de dificuldade:

7.1. De carro ☒

7.2. A pé Fácil ☒ Moderado ☐ Difícil ☐

8. Visibilidade:

Fraca ☐

Moderada ☐

Boa ☒ Porquê? Não existe nenhum obstáculo à sua observação

9. Tipo de nascente: Perene ☒ Temporária ☐

10. Condicionamento estrutural:

Falha ☐

Fractura/Diaclase ☐

Contacto litológico ☒

11. Aspeto da exurgência:

Borbulhante (Olhos de Água) ☒

Fenda rochosa ☐

Gruta ☐

Difusa ☐

Outra \_\_\_\_\_

12. Intervenções antrópicas:

- Parcial ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐
- Total ☒ Adequada ☐ Inadequada ☒

De que tipo: Construção de uma estrutura

13. Síntese descritiva do geossítio

A nascente do Olho de Água de Chiqueda<sup>1</sup> consiste numa nascente perene que faz parte do conjunto de nascentes do Alcoa e possui as mesmas características geológicas do Olho da Mãe d'Água. Esta nascente pode atingir valores de caudal de 1m<sup>3</sup>/s ou mais nos períodos de ponta, enquanto que em grande parte do ano os valores variam entre dezenas e centenas de litros por segundo (Bértolo, 2014).

**C. Importância e valorização**

14. À escala: Local ☐ Regional ☒ Nacional ☐ Internacional ☐

15. Valores associados

Científico ☒

Histórico-cultural ☒

Qual? Lenda, abastecimento de água para o Mosteiro de Alcobaça e população, azenhas, produção de eletricidade, festividade

Estético ☒

Qual? Baixo devido à alteração das características da nascente e à presença de lixo

Ecológico ☒

Qual? Espécies ripícolas (avenca e diversas espécies de briófitos)

16. Estado de conservação (integridade):

Perfeitamente conservado ☐

Alguma deterioração ☐

Deterioração importante ☐

Fortemente deteriorado ☒

De que tipo? Intervenção antrópica descaracterizou a nascente



17. Vulnerabilidade

Baixa ☐

Média ☒

Elevada ☐

Porquê? Deterioração das estruturas de acesso ao geossítio

**D. Potencialidades e ameaças**

18. Potencialidades de uso: Interpretação do geopatrimónio, abastecimento de água, prática de pedestrianismo e de BTT e ocorrência de eventos promovidos pela Associação Azenhas de Chiqueda como a “caça ao tesouro”, noites de fado e desfile de chita

19. Ameaças atuais ou potenciais \_\_\_\_\_

20. Proteção:

Adequada ☐ Moderada ☐ Insuficiente ☒

21. Necessidade de medidas de proteção: Divulgação junto de escolas para uma tomada de consciencialização do valor para conservação das formas, dos processos e da biodiversidade associada, sobretudo através de visitas guiadas

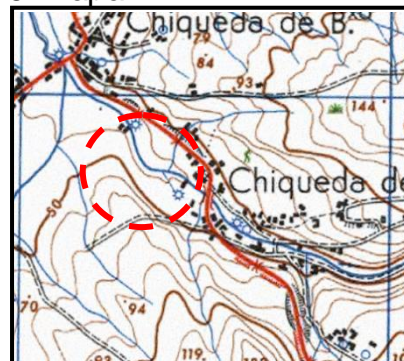
# FICHA-INVENTÁRIO DO PATRIMÓNIO HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO

Nº 14

## A. Descrição

1. Nome do geossítio: Olho de Água de Chiqueda2
2. Área de estudo: MCE
3. Localização do geossítio: Chiqueda de Baixo
  - 3.1. Coordenadas: 39°32'12.83"N 8°56'45.19" O
4. Data de observação: 3/10/15

## 6. Mapa



## B. Caracterização

7. Tipo de acessibilidade e grau de dificuldade:

7.1. De carro ☐

7.2. A pé Fácil ☒ Moderado ☐ Difícil ☐

8. Visibilidade:

Fraca ☐

Moderada ☐

Boa ☒ Porquê? Não existe nenhum obstáculo a impedir a sua visualização

9. Tipo de nascente: Perene ☒ Temporária ☐

10. Condicionamento estrutural:

Falha ☐

Fractura/Diaclase ☐

Contacto litológico ☒

11. Aspeto da exurgência:

Borbulhante (Olhos de Água) ☐

Fenda rochosa ☒

Gruta ☐

Difusa ☐

Outra \_\_\_\_\_

12. Intervenções antrópicas:

- Parcial ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐
- Total ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐

De que tipo\_\_\_\_\_

13. Síntese descritiva do geossítio

Devido ao facto de a nascente perene do Olho de Água de Chiqueda<sup>2</sup> se localizar próxima das nascentes do Olho da Mãe d'Água e do Olho de Água de Chiqueda<sup>1</sup>, possui as mesmas características geológicas e hidrológicas.

**C. Importância e valorização**

14. À escala: Local ☐ Regional ☒ Nacional ☐ Internacional ☐

15. Valores associados

Científico ☒

Histórico-cultural ☒

Qual? Mesmo valor histórico-cultural que as nascentes do Olho da Mãe d'Água e do Olho de Água de Chiqueda<sup>1</sup> embora seja a única a que está associada a existência de fábricas há muito abandonadas onde procediam à moagem de farinha destinada ao gado

Estético ☒

Qual? Médio onde é possível visualizar com clareza os elementos geomorfológicos e geológicos do geossítio e pela presença de fauna e flora

Ecológico ☒

Qual? Espécies ripícolas (e.g. caniços, choupos, espardana), figueiras, eucaliptos e fauna (e.g. patos, garças)

16. Estado de conservação (integridade):

Perfeitamente conservado ☐

Alguma deterioração ☒

Deterioração importante ☐

Fortemente deteriorado ☐

De que tipo? Processo erosivo

17. Vulnerabilidade

Baixa ☒

Média ☐

Elevada ☐

Porquê? Elementos geomorfológicos não serem destruídos facilmente

**D. Potencialidades e ameaças**

18. Potencialidades de uso: Compartilha as mesmas potencialidades de uso com os dois geossítios anteriores e tem ainda como potencialidades o abastecimento de água e a prática de pedestrianismo

19. Ameaças atuais ou potenciais: Erosão hídrica

20. Proteção:

Adequada ☒ Moderada ☐ Insuficiente ☐

21. Necessidade de medidas de proteção\_\_\_\_\_

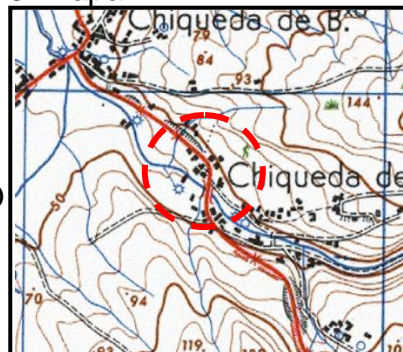
# FICHA-INVENTÁRIO DO PATRIMÓNIO HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO

Nº 15

## A. Descrição

1. Nome do geossítio: Olhos Fróis
2. Área de estudo: MCE
3. Localização do geossítio: Chiqueda de Baixo
  - 3.1. Coordenadas: 39°32'11.36"N 8°56'40.50" O
4. Data de observação: 3/10/15

6. Mapa



## B. Caracterização

7. Tipo de acessibilidade e grau de dificuldade:

7.1. De carro ☐

7.2. A pé Fácil ☐ Moderado ☒ Difícil ☐

8. Visibilidade:

Fraca ☐

Moderada ☐

Boa ☒ Porquê? Não existem obstáculos que impeçam a sua observação

9. Tipo de nascente: Perene ☐ Temporária ☒

10. Condicionamento estrutural:

Falha ☐

Fractura/Diaclase ☐

Contacto litológico ☒

11. Aspeto da exurgência:

Borbulhante (Olhos de Água) ☒

Fenda rochosa ☐

Gruta ☒

Difusa ☐

Outra \_\_\_\_\_



12. Intervenções antrópicas:

- Parcial ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐
- Total ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐

De que tipo\_\_\_\_\_

13. Síntese descritiva do geossítio

Em conjunto com as três nascentes anteriores, a nascente temporária dos Olhos Fróis tem as mesmas características geológicas.

**C. Importância e valorização**

14. À escala: Local ☐ Regional ☒ Nacional ☐ Internacional ☐

15. Valores associados

Científico ☒

Histórico-cultural ☐

Qual?\_\_\_\_\_

Estético ☒

Qual? Médio por não ter sofrido nenhuma intervenção que destruísse a nascente, mantendo as suas características originais e pela singularidade do mesmo

Ecológico ☐

Qual?\_\_\_\_\_

16. Estado de conservação (integridade):

Perfeitamente conservado ☒

Alguma deterioração ☐

Deterioração importante ☐

Fortemente deteriorado ☐

De que tipo?\_\_\_\_\_

17. Vulnerabilidade

Baixa ☐

Média ☐

Elevada ☒

Porquê? Pode ser facilmente destruído através de atividades como o espeleomergulho

**D. Potencialidades e ameaças**

18. Potencialidades de uso: Interpretação do geopatrimónio, abastecimento de água através de furos, prática de pedestrianismo, BTT e espeleomergulho

19. Ameaças atuais ou potenciais: Ação humana e erosão

20. Proteção:

Adequada ☐ Moderada ☐ Insuficiente ☒

21. Necessidade de medidas de proteção: Criação de informação para a importância de preservar o património hidrogeológico

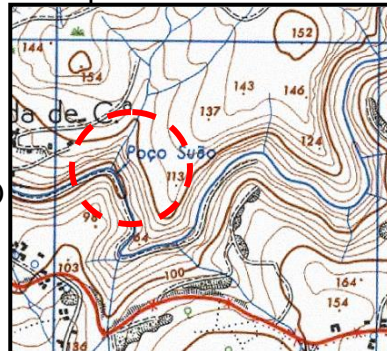
# FICHA-INVENTÁRIO DO PATRIMÓNIO HIDROGEOLÓGICO CÁRSICO

Nº 16

## A. Descrição

1. Nome do geossítio: Poço Suão
2. Área de estudo: MCE
3. Localização do geossítio: Chiqueda de Baixo
  - 3.1. Coordenadas: 39°32'12.73"N 8°56'28.03" O
4. Data de observação: 3/10/15

## 6. Mapa



## B. Caraterização

7. Tipo de acessibilidade e grau de dificuldade:

7.1. De carro ☐

7.2. A pé Fácil ☐ Moderado ☒ Difícil ☐

8. Visibilidade:

Fraca ☐

Moderada ☐

Boa ☒ Porquê? Pode-se verificar os elementos geológicos e geomorfológicos

9. Tipo de nascente: Perene ☐ Temporária ☒

10. Condicionamento estrutural:

Falha ☐

Fractura/Diaclase ☐

Contacto litológico ☒

11. Aspeto da exurgência:

Borbulhante (Olhos de Água) ☐

Fenda rochosa ☐

Gruta ☒

Difusa ☐

Outra \_\_\_\_\_

12. Intervenções antrópicas:

- Parcial ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐
- Total ☐ Adequada ☐ Inadequada ☐

De que tipo\_\_\_\_\_

13. Síntese descritiva do geossítio

A nascente temporária do Poço Suão faz parte do conjunto de nascentes do Alcoa e localiza-se no vale da Ribeira do Mogo.

**C. Importância e valorização**

14. À escala: Local ☐ Regional ☒ Nacional ☐ Internacional ☐

15. Valores associados

Científico ☒

Histórico-cultural ☐

Qual?\_\_\_\_\_

Estético ☒

Qual? Inserido no Vale da Ribeira do Mogo com importantes espécies faunísticas e com a presença de várias geoformas (e.g. lapiás, grutas)

Ecológico ☒

Qual? Flora (avenca, carrasco, figueiras, arbustos – mediterrânea) e fauna (doninha, tairão, javali, texugo, raposa, geneta, morcegos em vias de extinção (morcego-grande-de-ferradura, morcego-de-peluche, rola-comum), entre outros

16. Estado de conservação (integridade):

Perfeitamente conservado ☒

Alguma deterioração ☐

Deterioração importante ☐

Fortemente deteriorado ☐

De que tipo?\_\_\_\_\_

17. Vulnerabilidade

Baixa ☐

Média ☒

Elevada ☐

Porquê? Elementos geomorfológicos podem ser deteriorados pela erosão

**D. Potencialidades e ameaças**

18. Potencialidades de uso: Interpretação do geopatrimónio, a prática de pedestrianismo, BTT, espeleomergulho e espeleologia

19. Ameaças atuais ou potenciais: Erosão

20. Proteção:

Adequada ☒ Moderada ☐ Insuficiente ☐

21. Necessidade de medidas de proteção\_\_\_\_\_